



Figura 1.- Pantalla de presentación y entrada al programa

Javier M<sup>a</sup>. García-López <sup>1</sup> y  
Carmen Allué Camacho <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dr. Ingeniero de Montes. Jefe de la  
Unidad de Ordenación y Mejora del  
Medio Natural. Servicio Territorial de  
Medio Ambiente. Burgos.

<sup>2</sup> Dr. Ingeniero de Montes. Jefe de la  
Sección Territorial 2<sup>a</sup>. Servicio Territorial  
de Medio Ambiente. Burgos.

## FITOCLIMOAL' 2000. UN PROGRAMA PARA LA DIAGNOSIS, HOMOLOGACIÓN Y ESTUDIO DE DINÁMICAS E IDONEIDADES FITOCLIMÁTICAS

### RESUMEN

**S**e presenta la aplicación informática FITOCLIMOAL'2000 para la generación y tratamiento masivo de base datos fitoclimáticas conforme al Sistema Fitoclimático de ALLUÉ-ANDRADE (1990-1997). El programa, desarrollado en Visual Basic en el marco de Microsoft Access, permite la generación de bases de datos y modelos digitales termopluviométricos, factoriales y de coordenadas fitoclimáticas, directamente integrables en Sistemas de Información Geográfica. Como aplicaciones concretas derivadas del cálculo de las matrices de coordenadas fitoclimáticas se ofrece la posibilidad de realizar estudios sobre dinámica temporal, homologación superficial entre territorios origen y destino, así como el estudio de idoneidades fitoclimáticas de especies y comunidades forestales.

## 1. INTRODUCCION

El auge en los últimos tiempos de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) no es sino el fiel reflejo de la creciente necesidad, por parte de muy variados sectores implicados en la gestión del medio natural, de contar con cuantiosa información digital susceptible de integrarse en sistemas informáticos capaces de organizarla y explotarla de forma racional, en especial mediante confrontación comparativa de capas de información de variada índole. La fitoclimatología no escapa a estas nuevas tendencias. En el caso del sistema fitoclimático de ALLUÉ-ANDRADE (1990-1997), podemos considerar que la exploración de sus posibilidades en relación con los SIG es un campo que ofrece muy interesantes posibilidades de futuro.

Se presenta en el presente trabajo la nueva herramienta informática FITOCLIMOAL'2000 específicamente diseñada para el tratamiento masivo de datos fitoclimáticos con vistas a su integración en sistemas SIG para análisis territoriales en condiciones de *continuum* digital (Grid y similares).

## 2. ANTECEDENTES

Desde los inicios del sistema fitoclimático ALLUÉ-ANDRADE es manifiesta su inequívoca vinculación a la informática como herramienta indispensable para poder realizar los complejos cálculos interno propios del modelo. La primera informatización fue la de GRAU (1990), desarrollada específicamente para el cálculo de la matriz fitoclimática, que vio la luz junto a la publicación del *Atlas Fitoclimático*. Posteriormente, MANRIQUE (1993) desarrolló un conjunto de módulos en Basic denominados genéricamente «*Informatizaciones CLIMOAL*» en los que se ampliaban considerablemente las posibilidades de la informatización anterior, incluyendo, entre otras prestaciones, el cálculo de climodiagramas anuales o compendios (módulo CLIMADI), cálculo de climatogramas y climatorratiogramas (módulo CLIMATOS), evolución de subtipos anuales (módulo CLITIPOS),

evolución de factores (módulo EVOLUTIO), espectros de evolución tipológica (módulo CLIMOES), matrices de función de posición (módulo CLIMATRI) y homologaciones fitoclimáticas (módulo CLIHOMO). Este programa fue posteriormente adaptado al entorno Windows (WCLIMOAL) por SARMIENTO & MANRIQUE (1997). El cálculo concreto de la matriz de idoneidades fitoclimáticas fue también objeto de 2 módulos de informatización específicos (CLIMESP y ESCESP) por MARTÍN BLAS & MANRIQUE (1994). Finalmente MANRIQUE (1999) adaptó las informatizaciones CLIMOAL al estudio fitoclimático de Turquía (GARCÍA-LÓPEZ, 1999) y añadió algunas prestaciones adicionales relacionadas con la dinámica temporal fitoclimática, desarrollando las informatizaciones CLIMOTUR.

El programa FIOCLIMOAL'2000 ha sido desarrollado íntegramente sobre la matriz Microsoft-Acces'97 utilizando la versión del lenguaje de programación Visual Basic interno de esta aplicación y tiene como objetivos principales aumentar la potencia de cálculo de las programaciones anteriores para su utilización en procesos masivos de datos (del orden de varios millones) que generen resultados directamente integrables en Sistemas de Información Geográfica, así como aunar en una sola aplicación prestaciones hasta ahora dispersas en módulos parciales como el estudio de idoneidades, desarrollar metodologías concretas como es el caso de la de homologación fitoclimática y por último, flexibilizar las informatizaciones anteriores en el sentido de poder permitir al usuario la creación personalizada de un sistema fitoclimático distinto al que por defecto contenga el programa, bien porque aborde el estudio fitoclimático de un país distinto a España, bien porque le interese establecer un sistema concreto para el estudio de la autoecología fitoclimática de una especie o comunidad forestal determinada.

La aplicación se estructura en 2 grandes bloques: «*Bases de Datos*» y «*Procesos*» (figura 1). En el primero se incluyen las opera-

ciones relativas al mantenimiento de bases de datos asociadas al programa. En el segundo se incluyen los procesos de cálculo propios de la Diagnóstico, Homologación y estudio de Idoneidades fitoclimáticas.

## 3. BASES DE DATOS

El menú «*Bases de datos*» consta de las siguientes opciones: «*Datos*», «*Factores*», «*Sistemas*» y «*Coordenadas*», y permite añadir, borrar y modificar bases de datos formadas, respectivamente, por tablas de *datos* meteorológicos brutos (temperaturas y precipitaciones mensuales), tablas de *factores* fitoclimáticos, tablas de construcción de *sistemas* fitoclimáticos (poderes caracterizadores, escalares máximos, ámbitos factoriales etc...) y tablas de *coordenadas* fitoclimáticas de estaciones.

### 3.1. Menú «Datos»

El menú «*Datos*» permite visualizar, añadir, modificar o borrar bases de datos formadas por tablas de datos meteorológicos (temperaturas y precipitaciones) de estaciones y consta de las siguientes opciones: «*Mostrar Datos*», «*Crear a partir de ficheros INM*» y «*Crear a partir de MDE*».

- «**Mostrar datos**»: Permite ver tablas de datos meteorológicos brutos previamente creados y existentes en memoria.
- «**Crear a partir de fichero INM**»: Permite crear distintos tipos de tablas de datos a partir de ficheros de datos meteorológicos brutos, procedentes del Instituto Nacional de Meteorología, en su formato texto de distribución al público. Como puede verse en la figura 2, en los recuadros de la derecha podremos introducir los nombres de los archivos mensuales INM de Precipitación, Temperaturas Mínimas Absolutas, Temperaturas Medias, Temperaturas Máximas absolutas, Temperaturas Medias de las Mínimas y Temperaturas Medias de las Máximas. Una vez introducidos estos datos, aparecerá en el re-

cuadro de la izquierda el código INM de cada estación existente en fichero, su nombre y los años extremos del periodo de observación. Una vez seleccionados los ficheros INM deberemos introducir en el recuadro «Tabla de Datos» el nombre con el que queremos que se grave la tabla de datos que vamos a generar. Existen opciones complementarias como el número de años del compendio, la amplitud del mismo, la interpolación de datos ausentes etc...

Una interesante aplicación consiste en poder hacer los cálculos en compendios sucesivos (medias móviles) de la amplitud deseada, que podrán ser directamente utilizables en estudios de dinámica temporal para la prospección del cambio climático.

- «**Crear a partir de MDE**»: Permite crear tablas de datos mensuales de temperaturas y precipitaciones medias mediante la aplicación de los modelos de regresión territorial termopluviométrica de SÁNCHEZ-PALOMARES et al. (1999) a un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de un territorio determinado, con cada punto asignado a una de las subcuencas hidrográficas para las que este autor ha establecido una ecuación de regresión para el periodo 1940-1989. De esta manera, disponiendo del MDE de un determinado territorio pueden estimarse los valores de P y T mensuales y por tanto proceder posteriormente al trazado del climodiagrama Walter-Lieth y cálculo de factores fitoclimáticos. En la ventana de diálogo de esta opción (figura 3) se muestra como pueden introducirse gradientes altitudinales concretos (°C o mm. / 100 m.) para estimar datos termopluviométricos más allá de las cotas máximas de validez de los modelos de regresión anteriores.

### 3.2. Menú «Factores»

Esta opción permite visualizar, añadir, modificar o borrar bases de

datos formadas por tablas de factores fitoclimáticos de estaciones. Permite asimismo calcular una tabla de factores a partir de una tabla de datos que ya exista en el programa. Consta de 2 opciones: «*Crear a partir de una tabla de factores*» y «*Mostrar tabla*».

- «**Crear a partir de una tabla de datos**». Permite, una vez seleccionada la tabla de datos en la ventana de selección que aparecerá, calcular los factores fitoclimáticos de cada uno de sus registros, y grabar la tabla resultante como una tabla de factores a integrar en la base de datos del programa.
- «**Mostrar tabla**» permite ver tablas de factores fitoclimáticos que ya existan en el programa (figura 4).

### 3.3. Menú «Sistemas»

A los efectos de este programa se entiende por «*Sistema Fitoclimático*» al conjunto formado por una *tabla de ámbitos factoriales*, por una *clave cualitativa de subtipos*, por una *tabla de poderes caracterizadores* y por una *tabla de escalares máximos*.

La aplicación permite crear un nuevo sistema fitoclimático o consultarse un sistema ya existente en las bases de datos del programa. El menú «*sistemas*» consta de 2 opciones: «*Crear a partir de tabla de factores*» y «*Mostrar sistema*».

- «**Crear a partir de tabla de factores**»: Permite construir un sistema a partir de una tabla de factores existente en nuestras bases de datos y grabarla bajo el nombre que queramos para procesos posteriores. Una vez seleccionada la tabla de factores a partir de la cual vamos a construir el sistema, el programa la muestra en pantalla, con una última columna «*Subt*» en la cual deberemos escribir, para cada punto o estación el código numérico del subtipo fitoclimático o tipo de vegetación que le corresponda.
- «**Mostrar Sistema Fitoclimático**»: Permite visualizar un sistema ya existente en nuestras bases de datos. Una vez seleccio-

nado el nombre del sistema fitoclimático, se nos presenta la ventana de diálogo de la figura 5. Las características propias del sistema fitoclimático que se pueden visualizar son la Clave Fitoclimática Cualitativa, la Tabla de Factores con los códigos asignados, la tabla de Ámbitos Factoriales, la Tabla de Poderes Caracterizadores y la Tabla de Escalares Máximos del Sistema, conforme a los modelos ALLUÉ-ANDRADE (1990-1997).

### 3.4. Menú «Coordenadas»

Esta opción permite visualizar tablas de coordenadas fitoclimáticas existentes en nuestras bases de datos. Una vez seleccionado el nombre de la tabla de coordenadas a visualizar de entre las existentes en nuestra base de datos, se podrá ver en pantalla (figura 6).

## 4. PROCESOS

Como ya se ha dicho anteriormente, «*Procesos*» es el segundo gran bloque en que se estructura el programa y el más importante de los dos, pues es el que contiene los procesos de cálculo propios de la diagnosis, homologación y estudio de idoneidades fitoclimáticas de los modelos ALLUÉ-ANDRADE. El menú «*Procesos*» está compuesto por las siguientes opciones: «*Diagnosis*», «*Homologación*» e «*Idoneidad*».

### 4.1. Menú «Diagnosis»

Nos permite hallar las coordenadas fitoclimáticas de los puntos correspondientes en una tabla de factores, respecto de un determinado sistema fitoclimático determinado. Por ello, una vez seleccionada esta opción, aparecerá una ventana que nos pedirá el nombre de la tabla de factores a analizar y el nombre del sistema fitoclimático respecto del que se quiere realizar el análisis.

La tabla de diagnosis contiene la siguiente información (figura 6):

- Subtipo fitoclimático (diagnosis monotética)



Figura 2.- Contenido del menú «Crear Tabla de Datos a partir de fichero INM»



Figura 3.- Contenido del menú «Crear tabla de datos a partir de M.D.E»

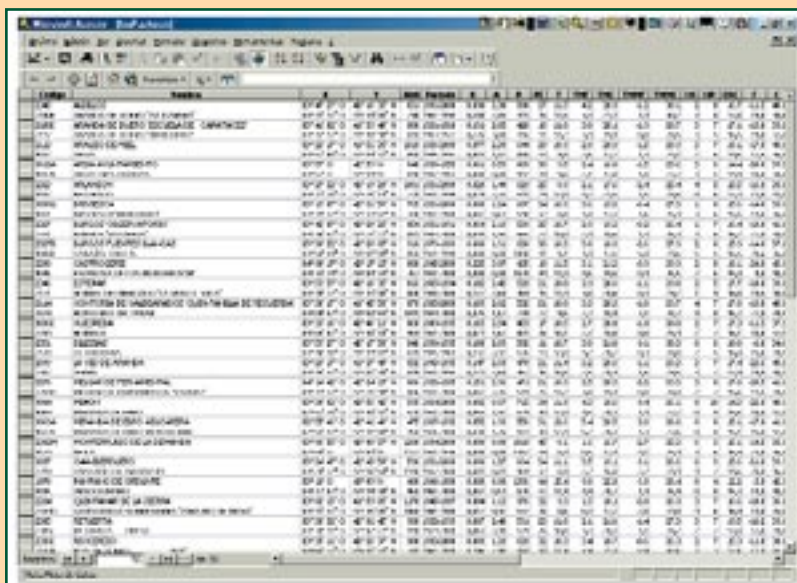


Figura 4.- Tabla de Factores Fitoclimáticos

- Coordenadas fitoclimáticas (diagnosis politética)
- Terna fitoclimática reducida (G; A1; A2; A3; D1; D2)
- Terna fitoclimática ampliada (e.g. G; e<sub>a1</sub>.A1; e<sub>a2</sub>.A2; e<sub>a3</sub>.A3; e<sub>d1</sub>.D1; e<sub>d2</sub>.D2)

Siendo G el nº del subtipo fitoclimático genuino, A1, A2 y A3 los subtipos análogos en orden de proximidad (escalar) decreciente y D1 y D2 los números de los subtipos fitoclimáticos dispares más cercanos (escalares mayores) y e<sub>i</sub> el escalar correspondiente al subtipo i. A partir de estos resultados pueden construirse modelos digitales de coordenadas, de subtipos y de ternas, siendo los 2 últimos los más recomendables por su carácter sintético.

Una importante opción consiste en que, caso de que el programa internamente haya detectado puntos que no tengan genuino entre sus coordenadas, nos preguntará si queremos generar un sistema fitoclimático ampliado, entendiendo por tal aquel que tenga unos ámbitos fitoclimáticos que engloben la totalidad de los valores de los factores de los puntos analizados. El programa asigna a cada uno de esos puntos no genuinos el subtipo que le corresponde según la clave cualitativa. Por tanto, si se vuelve a analizar la misma tabla de factores fitoclimáticos mediante el sistema fitoclimático ampliado, todos los puntos resultarán con genuino.

Esta posibilidad de ampliar los ámbitos factoriales correspondientes a cada subtipo fitoclimático permitirá en el futuro avanzar en 2 frentes pendientes desde el desarrollo del modelo inicial de ALLUÉ-ANDRADE para España:

1. La inexistencia o clara carencia de estaciones termopluviométricas en zonas de montaña supuso que no pudiesen llegar a construirse los ámbitos fitoclimáticos de ciertos subtipos situados a elevadas altitudes, como el mediterráneo subestepario IV(VII) de las altas cordilleras béticas, o los articoideas culminales X(IX)<sub>1</sub> y X(IX)<sub>2</sub>. En el caso del primer subtipo, se optó por unirlo al cercano subtipo IV(VI)<sub>1</sub> y hacerlo figurar en la

matriz, mientras que en el caso de los otros dos se optó directamente por considerarlos sólo en fase cualitativa (monotética) y excluirlos por tanto de la matriz.

2. Por idénticas razones que en el caso anterior, los ámbitos fitoclimáticos de todos los subtipos son, en la versión actual del sistema, menos amplios que en la realidad. Ello se agrava en los subtipos más ligados a la montaña, como el VIII(VI). En general, la amplitud actual depende del número de estaciones utilizado en cada caso y de la amplitud de su distribución geográfica. Por ello, los ámbitos actuales no contemplan todas las posibles situaciones o combinaciones factoriales presentes en el territorio.

Otra importante aplicación del menú «Diagnosis» consiste en poder llevar a cabo estudios sobre dinámica fitoclimática. Si, tal y como se indicó en el apartado 3.1, generásemos una Tabla de Datos de una

Figura 5.- Ventana de selección de características del Sistema Fitoclimático que se quieren visualizar

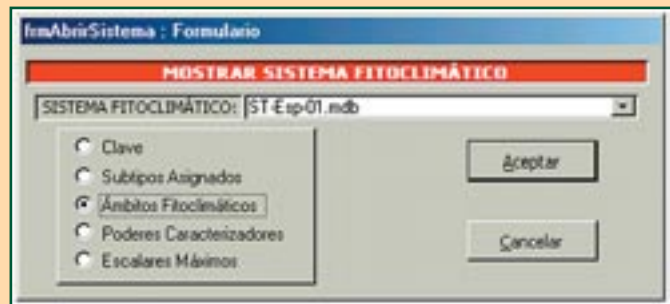


Figura 6.- Tabla de Coordenadas Fitoclimáticas

Figura 7.- Ejemplo de Tabla de Homologación entre estaciones de España y de los Estados Unidos de Norteamérica (nivel 1)

Tabla 1.- Perfil dinámico de la estación de Aranda de Duero (Burgos) en medias móviles de 15 años entre 1937 y 1993 en el que se aprecia el cambio de tendencia desde el subtipo VI(IV)<sub>1</sub> al IV(VI)<sub>1</sub> a partir de la media 1960-1974

MEDIAS MOVILES DE 15 AÑOS						
PERIODO	IV4	IV(VI)1	IV(VI)2	VI(IV)1	VI(IV)2	VI(IV)3
1937-1951	****D	0,55A	****D	<b>0,64G</b>	-6,41D	****D
1938-1952	****D	0,41A	****D	<b>0,69G</b>	-1,18D	****D
1939-1953	****D	0,30D	****D	<b>0,72G</b>	-0,92D	****D
1940-1954	****D	0,33A	****D	<b>0,71G</b>	-0,54D	****D
1941-1955	****D	0,40A	****D	<b>0,71G</b>	-0,76D	****D
1942-1956	****D	0,33A	****D	<b>0,71G</b>	-0,63D	****D
1943-1957	****D	0,36A	****D	<b>0,70G</b>	-0,97D	****D
1944-1958	****D	0,30D	****D	<b>0,72G</b>	-0,90D	****D
1945-1959	****D	0,08D	****D	<b>0,71G</b>	0,07D	****D
1946-1960	****D	0,08D	****D	<b>0,70G</b>	0,14D	****D
1947-1961	****D	-0,02D	****D	<b>0,69G</b>	0,13D	****D
1948-1962	****D	0,14D	****D	<b>0,71G</b>	-0,01D	****D
1949-1963	****D	-0,04D	****D	<b>0,70G</b>	0,08D	****D
1950-1964	****D	0,02D	****D	<b>0,69G</b>	0,11D	****D
1951-1965	****D	0,37A	****D	<b>0,70G</b>	-3,16D	****D
1952-1966	****D	0,43A	****D	<b>0,69G</b>	-2,91D	****D
1953-1967	****D	0,51A	****D	<b>0,67G</b>	-6,15D	****D
1954-1968	****D	0,56A	****D	<b>0,68G</b>	-4,75D	****D
1955-1969	****D	0,51A	****D	<b>0,69G</b>	-3,82D	****D
1956-1970	****D	0,50A	****D	<b>0,69G</b>	-4,28D	****D
1957-1971	****D	0,45A	****D	<b>0,70G</b>	-3,94D	****D
1958-1972	****D	0,50A	****D	<b>0,70G</b>	-2,88D	****D
1959-1973	****D	0,55A	****D	<b>0,67G</b>	-4,12D	****D
1960-1974	****D	<b>0,70G</b>	****D	0,57 <sup>a</sup>	-12,45D	****D
1961-1975	****D	<b>0,74G</b>	****D	0,43 <sup>a</sup>	-25,19D	****D
1962-1976	****D	<b>0,73G</b>	****D	0,43 <sup>a</sup>	-16,22D	****D
1963-1977	****D	<b>0,65G</b>	****D	0,55 <sup>a</sup>	-8,80D	****D
1964-1978	****D	<b>0,65G</b>	****D	0,50 <sup>a</sup>	-10,65D	****D
1965-1979	****D	<b>0,60G</b>	****D	0,49 <sup>a</sup>	-9,64D	****D
1966-1980	****D	<b>0,61G</b>	****D	0,51 <sup>a</sup>	-6,62D	****D
1967-1981	****D	<b>0,67G</b>	****D	0,47 <sup>a</sup>	-6,02D	****D
1968-1982	****D	<b>0,62G</b>	****D	0,54 <sup>a</sup>	-4,01D	****D
1969-1983	****D	<b>0,61G</b>	****D	0,57 <sup>a</sup>	-2,28D	****D
1970-1984	****D	<b>0,65G</b>	****D	0,54 <sup>a</sup>	-3,08D	****D
1971-1985	****D	<b>0,71G</b>	****D	0,51 <sup>a</sup>	-3,26D	****D
1972-1986	****D	<b>0,69G</b>	****D	0,56 <sup>a</sup>	-3,09D	****D
1973-1987	****D	<b>0,69G</b>	****D	0,56 <sup>a</sup>	-0,94D	****D
1974-1988	****D	<b>0,66G</b>	****D	0,58 <sup>a</sup>	-0,94D	****D
1975-1989	****D	<b>0,65G</b>	****D	0,60 <sup>a</sup>	-0,18D	****D
1976-1990	****D	<b>0,66G</b>	****D	0,56 <sup>a</sup>	-0,15D	****D
1977-1991	****D	<b>0,69G</b>	****D	0,57 <sup>a</sup>	-1,10D	****D
1978-1992	****D	<b>0,71G</b>	****D	0,58 <sup>a</sup>	-1,58D	****D
1979-1993	****D	<b>0,68G</b>	****D	0,56 <sup>a</sup>	-1,47D	****D

Tabla 2.- Ámbitos fitoclimáticos de encinar de *Quercus ilex* L. en Burgos particularizados por subtipos y subespecies obtenidos mediante cruce del Modelo Digital Factorial y Fitoclimático con el Mapa Forestal de Ruiz de la Torre

Subtipo	K	A	P	PE	T	TMF	TMC	TMMF	TMMC	HS	HP	OSC
VI(IV) <sub>1</sub>	0,220	2,82	724	32	11,6	4,4	21,1	0,6	26,9	3	5	17,9
	0,010	1,28	445	15	9,6	1,8	17,8	-1,8	23,0	1	3	14,0
VI(IV) <sub>2</sub>	0,030	1,76	922	31	11,2	4,2	19,0	0,4	24,5	5	5	17,0
	0,010	1,25	727	24	8,3	0,9	16,9	-2,7	22,1	1	2	13,8
VI(VII)	0,010	1,24	949	36	10,6	3,8	18,8	0,0	24,2	3	5	15,2
	0,000	0,00	711	27	8,7	2,5	16,3	-1,2	21,5	3	3	13,3
VI	0,000	0,70	1333	41	9,9	3,6	17,4	-0,1	22,7	5	5	14,7
	0,000	0,00	951	28	7,6	1,5	15,0	-2,1	20,2	3	3	12,6
VI(V)	0,000	0,00	1533	60	13,2	7,5	19,6	3,5	24,3	0	6	13,1
	0,000	0,00	1339	43	11,2	5,0	18,1	1,2	23,1	0	4	12,1
Subsp. <i>ilex</i>	<b>0,000</b>	<b>0,00</b>	<b>1533</b>	<b>60</b>	<b>13,2</b>	<b>7,5</b>	<b>19,6</b>	<b>3,5</b>	<b>24,3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>13,1</b>
	<b>0,000</b>	<b>0,00</b>	<b>1339</b>	<b>43</b>	<b>11,2</b>	<b>5,0</b>	<b>18,1</b>	<b>1,2</b>	<b>23,1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>12,1</b>
Subsp. <i>ballota</i>	<b>0,220</b>	<b>2,82</b>	<b>1333</b>	<b>41</b>	<b>11,6</b>	<b>4,4</b>	<b>21,1</b>	<b>0,6</b>	<b>26,9</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>17,9</b>
	<b>0,000</b>	<b>0,00</b>	<b>445</b>	<b>15</b>	<b>7,6</b>	<b>0,9</b>	<b>15,0</b>	<b>-2,7</b>	<b>20,2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>12,6</b>

o de varias estaciones en medias móviles de determinada amplitud y posteriormente, a partir de esa tabla, generásemos una Tabla de Factores y por último una Tabla de Coordenadas, podría verse la evolución fitoclimática a lo largo del tiempo y detectar posibles cambios fitoclimáticos. En la Tabla 1 se muestra, a modo de ejemplo, el estudio dinámico de la estación de Aranda de Duero (Burgos) en medias móviles de 15 años entre 1937 y 1993, en la que se detecta un cambio de tendencia desde el VI(IV)<sub>1</sub> al IV(VI)<sub>1</sub> desde el periodo 1960-1974.

#### 4.2. Menú «Homologación»

El menú «Homologación» nos permite realizar homologaciones fitoclimáticas mediante comparación de ternas de diagnóstico fitoclimática correspondientes a dos tablas de coordenadas obtenidas mediante la aplicación de un mismo sistema fitoclimático. Las dos opciones que ofrece este menú son «Mostrar homologación» y «Crear a partir de 2 tablas de coordenadas».

- «Mostrar Homologación»: Permite mostrar en pantalla una tabla de homologación ya realizada con anterioridad y que se guarda en memoria. Se trata de

una tabla doble que contiene a su izquierda los puntos correspondientes al territorio origen con sus coordenadas, ternas reducidas y ternas ampliadas de cada punto, y a la izquierda la misma información para el territorio destino (figura 7).

- «Crear a partir de 2 tablas de coordenadas»: Permite generar, a partir de dos tablas o modelos digitales de diagnóstico fitoclimática a comparar, calculados mediante el mismo sistema fitoclimático, dos tablas de ordenación de ternas reducidas en los niveles 1 o 2 de homologación:

**Nivel 1:** Coincidencia de subtipos genuinos, análogos y dispares entre ternas, conservando su orden.

**Nivel 2:** Exigencia añadida sobre el nivel 1 de que el escalar correspondiente al subtipo genuino esté comprendido en el interior del intervalo de escalares genuinos de las ternas origen homólogas de nivel 1.

#### 4.3. Menú «Idoneidad»

El menú «Idoneidad» nos permite abordar el estudio de idoneidades fitoclimáticas conforme a la metodología de ALLUÉ CAMA-

CHO (1996). Las dos opciones que nos ofrece este menú son «Generar Sistema-Especie» y «Procesar»

- «Generar Sistema-Especie»: Al seleccionar esta opción se nos solicita el nombre de la tabla de «Factores-Especie», es decir, la tabla de puntos en los que habita la especie, junto con sus valores factoriales, y el sistema del que se va a utilizar la tabla de poderes caracterizadores. El programa permite el cálculo de la matriz de idoneidad propia de este modelo (su formato no se detalla aquí pero puede consultarse en las fuentes bibliográficas citadas) a partir de la tabla de factores de los puntos de existencia de la especie, la tabla de coordenadas fitoclimáticas de esos puntos procesada mediante el módulo de diagnóstico y un «Sistema Especie», esto es un sistema fitoclimático creado por nosotros en el que la tabla de ámbitos está formada por el único ámbito de existencia de la especie. La tabla de poderes caracterizadores es la del sistema fitoclimático general de diagnóstico y la tabla de escalares máximos se calcula a partir de las anteriores.
- «Procesar»: Una vez generado el Sistema-Especie, puede lanzarse una diagnosis de la tabla



Figura 8.- Ventana diálogo para la generación de un espectro de Idoneidades Fitoclimáticas

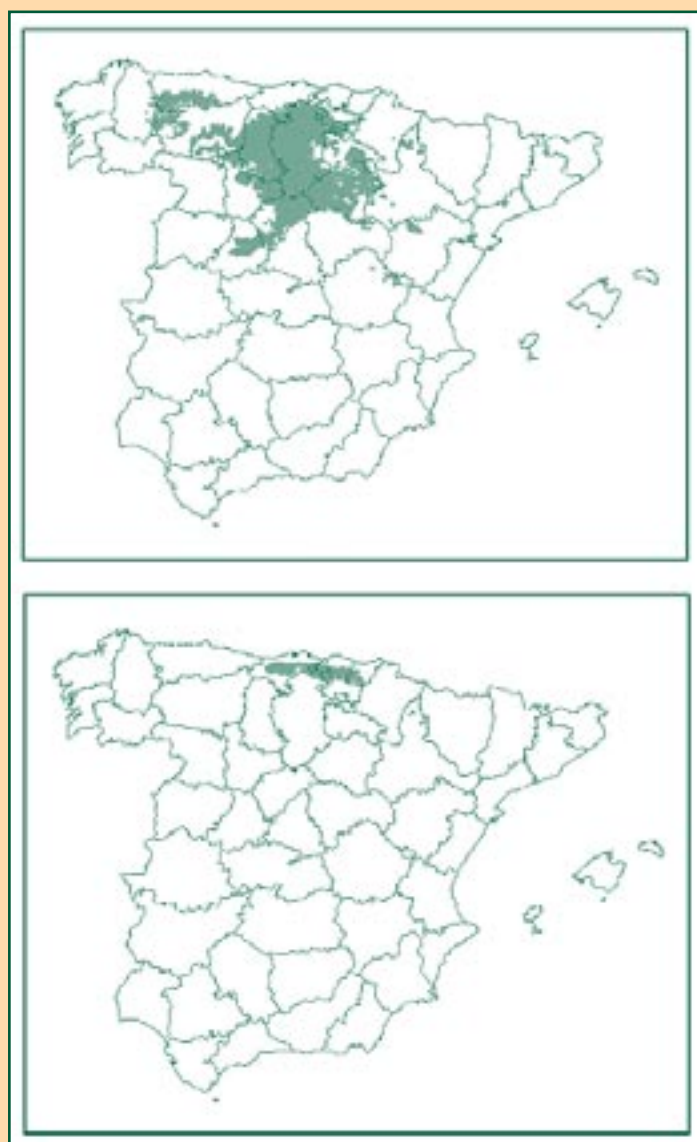


Figura 9.- Homologación fitoclimática (nivel 2) de las masas de Quercus ilex ballota (izquierda) y de Quercus ilex ilex (derecha) burgalesas en nivel 2 con la España Peninsular utilizando FITOCLIMOAL'2000 y un MDE de 1kmx1km

de Factores-Especie utilizando la tabla de poderes caracterizadores del Sistema-Especie seleccionado y todo respecto de un Sistema Fitoclimático cuya tabla de poderes caracterizadores sea la misma que la del Sistema-Especie (figura 8).

## 5. POSIBILIDADES Y EXPECTATIVAS

El establecimiento de los Modelos Digitales Fitoclimáticos (MDF) que permite FITOCLIMOAL'2000 está llamado a tener en el futuro importantes aplicaciones, y entre ellas:

1. El establecimiento de mapas territoriales fitoclimáticos digitales (figura 10), no sólo de subtipos (diagnóstico monotética), sino incluso de ternas reducidas (diagnóstico politética), siendo esto último un importante paso en las utilidades del sistema ALLUÉ-ANDRADE. El mayor peso que ello permite dar a las ternas frente a los subtipos permitirá avanzar sin duda hacia que el sistema se utilice cada vez más en su potencialidad politética comparativa en lugar de la meramente monotética de asignación de subtipo al punto. Incluso podría pensarse en futuras sustituciones de los subtipos por ternas reducidas en la tipología fitoclimática, lo cual matizaría aún más la diagnosis.

2. La posibilidad de integración del MDF



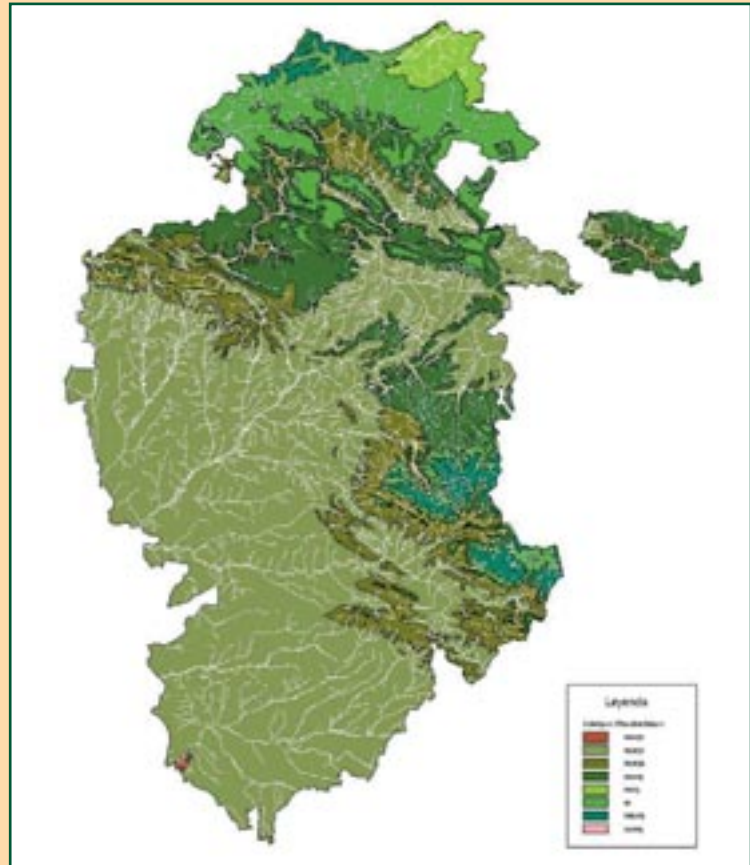


Figura 10.- Mapa Fitoclimático Digital de la provincia de Burgos obtenido con FITOCLIMOAL'2000 (García-López et al., 2000)



29-30 de Noviembre de 2002  
 PALACIO MUNICIPAL DE  
 CONGRESOS • CAMPO DE  
 LAS NACIONES • Sala Roma • Madrid

ASOCIACIÓN Y COLEGIO DE INGENIEROS  
 DE MONTES • C/ Cristóbal Bordiná, 19-21, 2º Dº  
 Tel: 91 5346005 • Fax: 91 5346104 • cimontes@iies.es  
 Http://www.iies.es/montes/montes.htm • 28003 Madrid



como capa de información territorial en variados SIG, con posibilidad directa de visualización y de confrontación con otras capas de información, abriendo ilimitadas posibilidades de análisis y de explotación de la información subyacente. En este sentido, se contempla la futura integración del programa FITOCLIMOAL'2000 en Arc-Gis 8.1, por su compatibilidad directa con Microsoft-Access y Visual-Basic, permitiendo una gestión más eficaz de la información. Esta integración permitirá, mediante un módulo específico en Visual Basic, la visualización gráfica de climodiagramas, opción que no se ha introducido en Access para no sobrecargar la memoria, al ser la vocación principal de la aplicación el proceso masivo de millones de registros.

3. Actualización de los subtipos fitoclimáticos y de sus tangencias para España, mediante superposición automática de capas digitales fitoclimáticas y de capas digitales fitológicas. Podría incluso pensarse en una completa automatización del proceso de comparación entre ambas capas, generando por maximización de superficies de coincidencia la clave fitoclimática cualitativa.
4. Establecimiento de los ámbitos fitoclimáticos de los subtipos IV(VII), X(IX)<sub>1</sub> y X(IX)<sub>2</sub> y ampliación del resto.
5. Posible definición de algún subtipo nuevo para fitologías integradas por coníferas de montaña xérica, principalmente *Pinus nigra*, *Abies Pinsapo* o incluso *Pinus sylvestris* sureño.
6. Queda abierta la posibilidad de establecimiento de los ámbitos fitoclimáticos de existencia de las principales especies forestales españolas, mediante cruce de la capa fitoclimática factorial con las teselas digitales del Mapa Forestal de España. Se podrá establecer de forma más completa esos ámbitos en lugar de hacerlo a partir del

reducido número de estaciones reales disponibles para cada especie (tabla 2). Esto es particularmente importante para especies de montaña con escasas o nulas estaciones reales, como es el caso de *Pinus sylvestris* o *Pinus uncinata*. La determinación de ámbitos permitirá profundizar en aspectos autoecológicos de estas especies, y singularmente abre la puerta a estudios de idoneidad fitoclimática. Todo ello tendrá especial relevancia en la definición de fuentes de material genético forestal, hasta hoy insuficientemente caracterizadas desde el punto de vista fitoclimático. Estos estudios podrán llevarse a cabo en el futuro mediante el módulo «Idoneidad» del programa FITOCLIMOAL'2000, ampliando así considerablemente la potencia y eficacia de las informatizaciones existentes hasta el momento para el cálculo de índices de idoneidad.

7. La utilización del módulo «Homologación» del programa FITOCLIMOAL'2000 permitirá efectuar, no sólo homologaciones estación a estación como hasta ahora, sino que permite dar el salto a homologaciones más amplias de tipo superficial, lo cual abre un muy interesante campo de definición de áreas de viabilidad fitoclimática (figura 9). ■

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUÉ ANDRADE, J.L.; 1990. *Atlas fitoclimático de España*. Taxonomías. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid. 221 pp.
- ALLUÉ-ANDRADE, J.L.; 1997. *Tres nuevos modelos para la fitoclimatología forestal: Diagnósis, Idoneidad y Dinámica de fitoclimas*. Actas I Congreso Forestal Hispano-Luso. Irati'97. 31-40. Pamplona.
- ALLUÉ CAMACHO, C.; 1996. Un modelo para la caracterización fitoclimática de individuos, comunidades y fitologías: El modelo «Idoneidad» y su aplicación a comunidades pascícolas. *Ecología* 10: 209-230.
- GARCÍA LÓPEZ, J.M.; 1999. *Fitoclimatología de Turquía. Diagnósis, homologación, dinámica y vocaciones*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. 825 pp.
- GARCÍA LÓPEZ, J.M.; GONZALO JIMÉNEZ, J. & ALLUÉ CAMACHO, C.; 2000. *Diagnósis fitoclimática digital mediante técnicas de estimación factorial. Aplicación a la provincia de Burgos*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Reunión del Grupo de Fitoclimatología. Soria, 21-22 de septiembre 2000.
- GRAU CORBI, J.M.; 1990. Informatización de los modelos. Computarización. En «ALLUÉ-ANDRADE (1990): Atlas Fitoclimático de España. Taxonomías. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. 221 pp. Madrid».
- MANRIQUE MENÉNDEZ, E.; 1993. *Informatizaciones CLIMOAL*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Universidad Politécnica de Madrid.
- MANRIQUE MENÉNDEZ, E.; 1999. *Informatizaciones CLIMOTUR*. Inédito.
- MARTIN BLAS, M.T. & MANRIQUE MENÉNDEZ, E.; 1994. *Programas CLIMESP y ESCESP*. Inéditos.
- RUIZ DE LA TORRE, J. & *Cols.*; 1990-. *Mapa Forestal de España. Escala 1:200.000*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O.; SÁNCHEZ SERRANO, F. & CARRETERO CARRERO, M.P.; 1999. *Modelos y cartografía de estimaciones climáticas termopluviométricas para la España peninsular*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid. 192 pp.
- SARMIENTO, J.M. & MANRIQUE, E.; 1997. *Aplicación del entorno Windows a los cálculos del Sistema Fitoclimático de Allué-Andrade*. Actas del I Congreso Forestal Español. 1: 121-126.