

# NUEVAS APORTACIONES METODOLÓGICAS PARA LA INVESTIGACIÓN DEL CLIMA Y DEL FITOCLIMA DEL ÚLTIMO MILENIO

Angel Fernández Cancio <sup>1</sup> & Emilio Manrique Menéndez <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Forestal (CIFOR) CIT-INIA. Ctra. de La Coruña km. 7 s/n. 28040 MADRID

<sup>2</sup>E.U.I.T. Forestal. Departamento de Física Aplicada a los Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n. 28040 MADRID

## RESUMEN

Se presenta en este trabajo una modificación metodológica sobre la reconstrucción dendroclimática y sus efectos sobre el número, calidad y longitud de las series reconstruidas. Se presentan y analizan también los resultados climáticos y fitoclimáticos obtenidos sobre diecisiete estaciones españolas.

### Palabras Clave:

*Dendrocronología, Dendroclimatología, Dendrofitoclimatología, Fitoclimatología, Bioclimatología, Reconstrucción climática, Pequeña Edad Glacial, Cambio Climático, Cambio Fitoclimático.*

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo propuesto es la reconstrucción de variables climáticas del pasado, la detección del posible Cambio Climático y las expectativas sobre su evolución, así como sus impactos en la vegetación actual. Para conseguir esto se van a presentar nuevas orientaciones metodológicas.

El resultado será la reconstrucción climática del último milenio, en un conjunto de lugares significativos de nuestro país. Dicha reconstrucción servirá para detectar espacio-

temporalmente las anomalías climáticas habidas en el mencionado intervalo y analizar en qué medida son comparables a la situación actual. El estudio de las distintas variables climáticas reconstruidas permitirá analizar las expectativas sobre la evolución futura del clima y de sus cambios. A través de la fitoclimatología se establecerá el marco mediante el cual se pretende comprender los impactos del clima sobre la vegetación natural.

También se desea construir una base de datos meteorológica y fitoclimática de alrededor de 500 años (entre 300 y 900), en un conjunto de estaciones representativas del clima peninsular que tengan al menos 40 años de datos de calidad, con procesos de calibración y verificación de los modelos. Deberán estar representadas todas las cuencas hidrográficas y la mayor parte de las regiones fitoclimáticas incluidas en los diversos sistemas fitoclimáticos actuales.

Se pretende además ofrecer una interpretación de los resultados en términos meteorológicos, explicando los desplazamientos respecto de la media de las variables, tratando de analizar de forma especial las sequías y, en general, las fases de menor pluviometría con sus períodos de recurrencia. Se analizará el actual proceso climático, tanto

en sentido meteorológico como fitoclimático, observando si las actuales tendencias permanecen o no dentro del rango de variabilidad natural del último milenio (en torno a 930 años para las temperaturas y precipitaciones) y suministrando el umbral por encima del cual se puede decir que el actual episodio puede superar lo conocido y si es posible hablar de un cierto Cambio Climático en este sentido.

Las posibilidades de reconstrucción climática, tal como se concebían hasta ahora, estaban limitadas por tres problemas importantes:

- El relativamente pequeño número de variables climáticas significativas reconstruibles.
- La longitud limitada de las series locales en muchas estaciones.
- El distinto comportamiento respecto al clima de las series dentro de cada localidad.

Las reconstrucciones no superaban el tamaño de la menor cronología local utilizada para reconstruir la estación por lo que surgía invariablemente un límite próximo a los 300 años con una señal de calidad aceptable aunque baja, ya que al ponderar muestras con distinta respuesta climática ésta se deterioraba.

Por otro lado al realizar un estudio fitoclimático se pretende trascender el mero objetivo de conocer el pasado climático por lo que se necesitan variables que permitan reconstruir los tipos fitoclimáticos mediante una representación espacial suficientemente densa como para extraer conclusiones generales. Para hacer esto se precisaba la reconstrucción de las variables clasificadoras de los distintos tipos fitoclimáticos (ALLUÉ, 1995) en un número amplio de estaciones con datos suficientes (aproximadamente 100 estaciones), lo que no se podía hacer con las cronologías locales sin un proceso de selección que resaltase dichas variables.

La relación entre los fitoclimas y los anillos de crecimiento puede ser muy interesante, por sí misma y como complemento de otros

tipos de análisis. Existe de hecho un término acuñado en España que describe sintéticamente esta relación: Dendrofitoclimatología (ALLUÉ ANDRADE Y FERNÁNDEZ CANCIO, 1993; MULTILINGUAL GLOSSARY, 1995) que es una nueva aplicación dendroclimática que se centra en el análisis del fitoclima del pasado a través de la reconstrucción de parámetros climáticos y fitoclimáticos interpretados con la ayuda de un sistema fitoclimático o del establecimiento de relaciones directas entre anillos y subtipos fitoclimáticos.

La metodología cualitativa que se puede aplicar en dendrofitoclimatología es muy diversa y ya fue expuesta en anteriores trabajos (MANRIQUE, FERNÁNDEZ CANCIO Y GÉNOVA, 1993; MANRIQUE Y FERNÁNDEZ CANCIO, 1995). Progresivamente se han ido abandonando los métodos cualitativos ya que, aunque indudablemente poseen información estadísticamente significativa, ésta se muestra notablemente inferior a la suministrada por los métodos de reconstrucción masiva de variables climáticas y fitoclimáticas. Actualmente sólo parecen existir algunas débiles pruebas que relacionan directamente climodiagramas compendio, espectros o cualquier elaboración compleja con anillos o con grupos de ellos. Esto contrasta con la gran capacidad de los árboles para detectar magnitudes derivadas directamente de las variables meteorológicas. Una excepción importante la constituyen los factores K (ALLUÉ ANDRADE, 1990) y la aridez de Gausson que son elaboraciones que pueden reconocerse significativamente.

Por tanto, la aplicación de los sistemas fitoclimáticos en el pasado queda supeditada a una buena reconstrucción meteorológica de las variables para poder enlazar con aportaciones realizadas por diversos autores (FERNÁNDEZ MELÉNDEZ *et al.*, 1993) y estudiar el posible Cambio Fitoclimático en nuestro país, lo que ha culminado en la elaboración de un mapa de la evolución de subtipos fitoclimáticos desde 1970, en el que las zonas en las que se están produciendo tendencias o cambios trascendentes en la vegetación quedan bien delimitadas (ALLUÉ, 1995).

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Lo anteriormente expuesto condujo a la necesidad de revisar el método de reconstrucción climática según unas directrices que se expondrán a continuación:

1.- La prioridad del método es la reconstrucción del pasado climático y fitoclimático por lo que determinados pasos intermedios que conducen hacia estos objetivos pueden ser eliminados. Esto supone en la realidad prescindir de la Función Respuesta (Relación de los anillos en función del clima) para ir directamente a la propuesta inversa: Función de transferencia como relación del clima en función de los anillos.

La Función Respuesta es un método clásico óptimo cuando es posible encontrar muchos árboles de edad avanzada en condiciones limitantes como sucede en las zonas áridas de Estados Unidos; es decir, donde el crecimiento puede estar condicionado por un solo factor climático que actúa de forma preferente. Obviamente, al ponderar la respuesta local de muchos árboles con uno o unos pocos factores limitantes, se eliminan las respuestas individuales resaltando la señal macroclimática común. Esto da una excelente respuesta restringida a pocas variables climáticas.

En España, en general, los árboles no están en condiciones tan desfavorables y en los límites altitudinales es difícil encontrar suficientes ejemplares longevos. Es más habitual disponer de árboles de interior de bosque en los que los factores limitantes actúan combinadamente en cada localidad e incluso en cada cara de un mismo árbol; es decir el macroclima se expresa de forma diferente en muchos árboles de una misma zona e incluso en uno solo, según sea su orientación, competencia próxima, cobertura de copa, etc.

En estas condiciones, cuando se ponderan en un lugar muchos árboles de respuesta macroclimática diferente, muchas e importantes señales débiles (propias de un grupo restringido de árboles) se anulan e incluso se deterioran las señales macroclimáticas fuertes. La metodología aconseja en estas condiciones elevar el número de árboles del mues-

treo a 40 ejemplares como mínimo, lo que amplifica la señal fuerte, pero elimina toda la riqueza climática de las señales débiles (que pueden ser extraordinariamente fuertes en un ejemplar concreto). Las reconstrucciones climáticas sobre una estación suelen reducirse a pocas variables climáticas mensuales, con una señal que oscila entre el 30% y el 50% de varianza explicada.

Un ejemplo de estos métodos lo constituye la reconstrucción de la «precipitación total» de Vinuesa en los últimos 500 años. Esta variable no es reconocida por las series próximas de Covaleda/Vinuesa/Bco. de La Herida/Neila, salvo por algún árbol aislado cuya señal se pierde en la ponderación de las cronologías locales; sin embargo, es una señal reconocible para muchos árboles del Sistema Central-Cuenca y para algunos del Sur y de Pirineos. Construidas las cronologías, la «precipitación total» de Vinuesa pasa de ser una señal perdida a poderse reconstruir con varianza explicada de entre el 51% y el 47%, según las muestras elegidas y el método empleado para la calibración-verificación del modelo.

2.- La existencia de una señal macroclimática reconocible a nivel casi general en España, patente en las cronologías, hace pensar que hay árboles cuya información es aprovechable a nivel geográfico nacional desde las cronologías locales existentes. Por lo tanto cada variable climática se contrastó con todas las cronologías existentes para, por correlación simple, extraer el subconjunto significativo que la reconoce.

La metodología se basa ahora en un método de selección y clasificación por correlación simple entre cada muestra dendrocronológica -con varios tipos de filtros- y cada variable climática o factor fitoclimático de cada estación meteorológica. Se utilizan todos las muestras de calidad de España de más de 200 años y el programa PRECON (FRITTS, 1994). Hasta el momento todas las pruebas efectuadas permiten afirmar que la totalidad de las variables climáticas cuantitativas analizadas (65 en 17 estaciones) encuentran una respuesta macroclimática en algún conjunto de árboles del país.

Este aumento de la cantidad y riqueza de información se ve potenciado además por las condiciones edáficas y ecológicas de cada árbol que hacen que a través de los efectos individuales se resalten variables aparentemente poco importantes para cada conjunto local.

3.- Las nuevas cronologías creadas con base regional o zonal agrupan muestras de muy distinta procedencia geográfica, que tienen en común el ser significativas a una determinada variable creándose por tanto una cronología dirigida hacia la variable y no representativa de un lugar concreto. Para dar validez a las nuevas cronologías, las muestras deben correlacionar entre sí significativamente en todo su intervalo temporal. Cuando una muestra se introduce al azar entre ellas es probable que acabe siendo eliminada mediante el programa COFECHA (ITRDBLIB, 1992), aunque debido a la intercorrelación entre muestras esto a veces no sucede.

4.- La longitud de las reconstrucciones deja de depender de la menor cronología local al admitir la posibilidad de introducir muestras no locales de gran longitud para cada variable; así, por ejemplo, una localidad con árboles de 900 años puede ser aprovechada para distintas variables de todo el territorio, bastando con que las muestras se correlacionen significativamente con ellas.

5.- Esta creación de nuevas cronologías dirigidas hacia las variables aumenta fuertemente la probabilidad de que muchas variables climáticas sean reconstruidas.

6.- Este método disminuye los efectos de uno de los peores problemas que se planteaban en la construcción de cronologías y que consistía en la subjetividad al eliminar la señal de origen no climático mediante la elección personal de un filtro por muestra dentro de un conjunto de filtros estocásticos presentes en el programa de estandarización ARSTAN (ITRDBLIB, 1992). La forma de amortiguar este efecto consiste en permitir que los filtros (splines cúbicos de 128, 60, 40, 20, 5 y modelo exponencial decreciente) se seleccionen estadísticamente por correla-

ción simple sin intervención subjetiva. Así se eligen no sólo las muestras más significativas para una variable climática, sino las tendencias a largo plazo que deben preservarse, eliminándose además gran parte de la señal no climática al optimizar en lo posible la correlación clima-crecimiento.

7.- Las cuencas y regiones fitoclimáticas con menor probabilidad de ser reconstruidas por falta de material dendrocronológico y que corresponden al sudoeste español y a la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica encuentran así una posible vía de resolución que las coloca en situación semejante a las regiones mediterráneas, centro, norte, noroeste, sur y sudeste que están bien representadas dendrocronológicamente.

8.- Para el trabajo fitoclimático se ha elegido básicamente el sistema de (ALLUÉ ANDRADE, 1966, 1990). En la actualidad, dicho sistema se ha ampliado y aprovecha las posibilidades de los ordenadores para abarcar las más importantes estaciones meteorológicas españolas, basándose en los datos recopilados por (F. ELÍAS, 1977) y desarrollando todos los indicadores fitoclimáticos. La última revisión ha sido ya publicada (ALLUÉ, 1995) e informatizada (MANRIQUE, 1993).

9.- Las variables que se han intentado reconstruir están condicionadas al punto anterior y son:

- Precipitaciones y temperaturas medias estacionales y/o mensuales.
- Factores fitoclimáticos (ALLUÉ, 1990):
  - Precipitación total anual.
  - Temperatura media anual.
  - Temperatura media del mes más frío.
  - Temperatura media del mes más cálido.
  - Temperatura media del mes de media más fría.
  - Precipitación estival.
  - Aridez de Gausson.
  - Heladas seguras (por métodos indirectos).
  - Relación Precipitación/Temperatura. Factor K.

**10.-** La reconstrucción de las variables climáticas y factores expresados anteriormente permiten deducir como elaboraciones posteriores los sistemas fitoclimáticos, construyendo:

- Tipos fitoclimáticos (ALLUÉ, 1990)
- Polinomios fitoclimáticos en medias móviles de 15 años (ALLUÉ, 1995).
- Compendios fitoclimáticos en el sentido de Walter Gausson (ALLUÉ, 1990).
- Espectros fitoclimáticos (ALLUÉ, 1990).
- Índices de termicidad. (RIVAS MARTÍNEZ, 1996).
- Índice ómbrico (RIVAS MARTÍNEZ, 1996).

Estas nuevas metodologías, al amplificar las señales débiles, han mostrado su capacidad para detectar las relaciones anillo-factor fitoclimático en su sentido meteorológico sin que sea necesario interpretar los anillos como «huellas fitoclimáticas tipológicamente complejas», algo que tras años de intentos no se ha conseguido resaltar suficientemente.

Así se aporta a la clave cualitativa de (ALLUÉ, 1990) cada uno de los factores necesarios para reconstruir el subtipo fitoclimático correspondiente. La experiencia muestra que se resalta bien la señal macroclimática correspondiente a las precipitaciones (precipitación total y estival), temperaturas (temperatura media anual, media de las máximas, mínimas, etc.) y a otros factores (K, aridez de Gausson, etc.).

**11.-** La reconstrucción masiva de variables por estación permite obtener también climodiagramas anuales, compendios y espectros. Su fiabilidad es un punto recientemente analizado ya que se alcanzan buenas estimas de casi todas o todas las variables mensuales, pero no se puede separar bien el azar de determinadas estimas, sobre todo de las precipitaciones mensuales de los 5 primeros meses del año. Las propiedades de los compendios y espectros amortiguan estos problemas y su estabilidad temporal muestra que el error no debe de ser muy alto.

**12.-** Las relaciones del clima con la vegetación a través de los polinomios y espectros

fitoclimáticos para detectar las regiones más afectadas por los episodios climáticos de la Pequeña Edad Glacial y la mortalidad pasada y actual de la vegetación natural en nuestros montes (ALLUÉ 1995a y 1995b) se interpretarán a un nivel fisiognómico, dejando el análisis y la separación de taxones y sintaxones climatófilos para otro tipo de modelos (ALLUÉ CAMACHO, 1996; RIVAS MARTÍNEZ, 1996; PEREIRA SEGADOR, 1996).

**13.-** La metodología para separar las variables que son significativamente diferentes de las que se obtendrían en una población tomada al azar se hace mediante técnicas empíricas dada la imposibilidad de recurrir a la estadística teórica por la sincronización entre muestras y filtros lo que determina arrastres indeseables que imposibilitan el considerar test de hipótesis. La prueba se realiza en la fase de selección de filtros generando una estación meteorológica aleatoria y exactamente igual a la real en número de años y datos faltantes. Las variables que seleccionan un número de filtros superior a las que selecciona la variable aleatoria asociada, de forma que su población se separe significativamente de la de ésta son consideradas como fiables. Posteriormente la variable es completamente aceptada si el modelo en su fase de verificación es adecuado. Hay que señalar que una variable puede no ser fiable y ser perfectamente válida sólo que por sus características no ha encontrado un número de filtros suficiente para separarse de su variable aleatoria correspondiente.

**14.-** Se dispone por el momento de 960 muestras (ya calibradas y contrastadas) que suelen ser suficientes, aplicando los nuevos métodos, para garantizar que muchas variables reconstruidas tengan una señal homogénea después del año 1400 AC, aunque sería necesario homogeneizar la señal por encima de esta fecha intensificando el muestreo para aumentar la densidad de las series dendrocronológicas de más de 500 años en cada localidad, si la existencia de los árboles lo permite.

**15.-** En lo que respecta a las especies y edades, en España la mayor longevidad que se ha detectado está concentrada en las coní-

feras del género *Pinus* (CREUS et al., 1992; GÉNOVA, 1994) que admiten un excelente tratamiento dendrocronológico. Las máximas edades localizadas por el momento superan los 900 años en *Pinus nigra sp. salzmannii*, los 450 en *Pinus sylvestris* y los 690 años en *Pinus uncinata*. Los coníferas de los géneros *Taxus* y *Juniperus*, aunque presumiblemente longevas en muchos casos, suelen estar muy deterioradas y emitir anillos múltiples cada año por lo que la datación de las mismas se hace muy dificultosa o imposible.

No se descarta el muestreo sobre especies de los géneros *Quercus* y *Fagus*. En el primer caso se poseen datos de casi 500 años en *Quercus petraea* y *Quercus pyrenaica*, aunque lo habitual es estar en las proximidades de 200 años.

Los ejemplares de *Quercus robur* son más difíciles de valorar que los árboles de las especies anteriores ya que los que podrían alcanzar edades importantes poseen un diámetro que impide la penetración de las barrenas por encima de unos 200 años. Desgraciadamente la datación de árboles longevos de este género se dificulta mucho con la edad de los individuos y los tratamientos a que han sido sometidos, al ser los anillos poco discernibles cuando los crecimientos son muy pequeños. Todas estas dificultades aumentan con la emisión de anillos múltiples anuales en las importantes especies *Quercus ilex sp. rotundifolia* y *Quercus suber* hasta hacer desaconsejable su utilización dendrocronológica.

*Fagus sylvatica* ha suministrado ejemplares en general relativamente poco longevos incluso bajo un muestreo territorialmente muy extenso en los hayedos más conocidos de Navarra, La Rioja y los Pirineos, no superándose en general los 250 años. Aún así no se puede descartar la existencia de árboles más viejos.

De otros géneros como *Abies* y *Castanea* se han obtenido 500 y 230 años de edad, pero son escasas las masas importantes para obtener información dendroclimática.

Las zonas donde el género *Pinus* tiene más potencial dendrocronológico son: Sistema

Central, Serranía de Cuenca, Sierras de Cazorla y Segura, Sierras de Granada y Almería, Sierras de Teruel, Pirineos y algunos puntos de la Cordillera Cantábrica.

**16.-** Las muestras se obtendrán, como es habitual, mediante barrena Pressler extrayendo un pequeño cilindro del interior del tronco sin graves daños para el ejemplar muestreado. En este cilindro se encuentran los anillos de crecimiento. La metodología que es habitual en dendroclimatología y dendrocronología recomienda emplear dos muestras extraídas de 10 a 20 árboles por localidad -hasta 40 en interior de bosque- para que la cronología local resultante sea representativa de la población. Últimamente se ha superado esta recomendación y se muestrean masivamente los ejemplares viejos con el fin de alcanzar edades importantes para el proceso de selección.

**17.-** Se posee una base de datos meteorológicos mensuales, con unas 500 estaciones que tienen información desde 1951 o antes hasta la década de los noventa. Estas series, antes de ser utilizadas, son analizadas para conocer su homogeneidad y la calidad de sus datos. Los datos faltantes son estimados por regresión con las estaciones más próximas y representativas. En general, en estas condiciones se obtienen datos suficientes para calibrar y verificar los modelos.

Resumiendo, con esta metodología se busca:

- Recuperar y amplificar las señales débiles.
- Preservar la señal de baja frecuencia de un modo más natural.
- Reconstruir homogéneamente las variables en el entorno de 500 años.
- Aumentar notablemente la calidad de las reconstrucciones.
- Conocer el comportamiento de las distintas zonas geográficas con respecto a la señal macroclimática y a las estaciones meteorológicas.
- Construir cronologías dirigidas hacia las variables.

Como principales desventajas están las siguientes:

- Necesitar un conjunto amplio de árboles de más de 400 años para que al seleccionar las muestras el número sea suficiente para que la reconstrucción sea estadísticamente significativa.
- Como la selección se hace por correlación entre variables en el intervalo temporal conocido, las series flotantes no se pueden utilizar con esta metodología. Este problema puede tener solución en el futuro inmediato perdiendo algo de precisión.

El primer punto es superable aumentando el muestreo hasta que casi siempre existan un número suficiente de muestras longevas para que la concordancia poblacional sea correcta o aplicando otros métodos ya desarrollados (FERNÁNDEZ-CANCIO *et al.*, 1996). El segundo es más complicado y está en fase de investigación.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Resultados generales

Lo que se va a exponer aquí es un avance y resumen rápido de una gran cantidad de información extraída de un conjunto de estaciones todavía insuficiente y que no puede ser expuesta en profundidad en pocas páginas.

Hasta ahora se han reconstruido 1105 variables meteorológicas de 17 estaciones meteorológicas seleccionadas: La Coruña, Santander, León, Vinuesa, Carbonero el Mayor, Navacerrada, Madrid, Uña, Tortosa, Valencia, Zorita de los Canes, Cáceres, Barrado, Arguellite, Embalse de Puentes, Ciudad Real, Sevilla. De éstas variables un 68% son fiables y un 48% altamente fiables, siendo excepcionalmente diferentes al azar (en más de 1/10000) un 16%.

Debemos resaltar con relación a esto que, por el momento, salvo las heladas probables que son factores reconstruibles con mucho esfuerzo y que, hasta que la velocidad de los PC no lo permita no serán reconstruidas, la gran mayoría de las reconstrucciones inten-

tadas hasta el momento han sido satisfactorias con varianza explicada normalmente entre 0.5 y 0.8. (correlación 0.63 a 0.9). Anteriormente era excepcional alcanzar 0.6 de varianza explicada y lo normal era 0.4. También debe decirse que las reconstrucciones siempre tienden a amortiguar las altas frecuencias y preservar las bajas, por lo que frecuentemente los valores reales serán mayores o menores que los estimados.

Normalmente entre un 15% y un 83% de las variables -habitualmente en torno a un 40%- se separan de la población de azar en más de un 95% de los casos, y un alto porcentaje de las que no lo hacen seguramente son correctas pero su fiabilidad es menor. Este último conjunto no parece por el momento discernible. Esto no es extraño, pues las variables climáticas, muestras y filtros están muy correlacionadas entre sí lo mismo que los efectos sobre el año en curso y sobre el año siguiente que también se consideran.

Como ya se dijo la metodología clásica actúa obteniendo las Funciones Respuesta como paso inicial. En estos nuevos métodos se anulan éstas inicialmente pero paradójicamente se converge al final hacia una Función Respuesta con vocación territorial amplia, en la que -en nuestro caso- aparecen las temperaturas como variables muy significativas mientras que las precipitaciones tienen una fuerza mucho menor.

La muestra es territorialmente tan amplia que permite extraer algunas conclusiones que se analizarán a continuación. Por lo que se comenzará estudiando separadamente los factores fitoclimáticos por sus valores extremos (tablas 1 a 3):

#### ***Períodos en que los factores han tenido los valores más altos:***

- K : 1650-1750 , 1750-1850
- A : 1450-1550
- P : 1550-1650 , 1950-1994
- PE : 1550-1650 , 1950-1994
- TMF : 1950-1994
- T : 1950-1994
- TMC : 1950-1994

**Tabla 1.** Variables fitoclimáticas y determinaciones en compendios seculares de las estaciones de Santander (1110), La Coruña (1387), León (2661), Vinuesa (2006), Carbonero el Mayor (2202) y Navacerrada (2462).  
Primer intervalo: 1050-1149; último: 1950-1994.

Estac.	Interv.	K	A	P	PE	HS	TMF	T	TMC	TMMF	OSC	TMMC	HP	Tipo
1110	100				62	0	10.7		19.4			22.5	0	Sin det.
1110	100	0.000	0.00	1179	61	0	9.5	14.0	19.4	6.8		22.4	2	VI(V)
1110	100	0.000	0.00	1222	57	0	9.5	14.0	19.4	6.8		22.4	2	VI(V)
1110	100	0.000	0.00	1177	61	0	9.5	14.1	19.4	6.8	5.8	22.4	2	VI(V)
1110	100	0.000	0.00	1219	56	0	9.5	14.0	19.5	6.7	5.8	22.6	2	VI(V)
1110	100	0.000	0.00	1183	59	0	9.6	14.0	19.3	6.8	5.8	22.5	2	VI(V)
1110	100	0.000	0.00	1119	58	0	9.6	14.0	19.3	6.7	6.0	22.6	2	VI(V)
1110	100	0.000	0.00	1175	59	0	9.6	14.0	19.4	6.8	5.9	22.6	2	VI(V)
1110	100	0.000	0.00	1156	57	0	9.7	14.0	19.4	6.8	6.0	22.6	2	VI(V)
1110	45	0.000	0.00	1263	55	0	9.5	14.2	19.4	6.8	5.7	22.4	1	VI(V)
1387	100	0.021	1.68	853	27	0	9.6	13.6	18.4	6.4		22.1	2	VI(IV)3
1387	100	0.020	1.71	847	28	0	9.6	13.7	18.6	6.2		22.1	2	IV(VI)2
1387	100	0.020	1.66	880	27	0	9.4	13.6	18.2	6.5	6.6	21.9	2	VI(IV)3
1387	100	0.029	1.94	869	25	0	9.5	13.7	18.4	6.4	6.7	22.2	2	VI(IV)3
1387	100	0.024	1.82	812	28	0	9.1	13.6	18.3	5.9	6.8	22.2	2	IV(VI)2
1387	100	0.018	1.54	872	29	0	9.8	13.7	18.4	6.8	6.8	22.0	2	VI(IV)3
1387	100	0.027	2.18	822	26	0	9.5	13.7	18.3	6.2	6.6	22.0	2	IV(VI)2
1387	100	0.029	2.30	857	27	0	9.5	13.7	18.4	6.2	6.6	22.1	2	VI(IV)3
1387	100	0.037	2.34	769	25	0	9.4	13.5	18.2	6.1	6.8	21.9	2	IV(VI)2
1387	45	0.008	1.12	1047	27	0	10.3	14.1	18.8	7.4	6.2	22.2	0	VI(V)
2661	100			496	23	1	9.1		16.1				1	Sin det.
2661	100	0.081	2.77	497	24	3	2.5	10.4	18.8	-1.5		27.2	3	VI(IV)1
2661	100	0.069	2.19	503	24	3	2.4	10.0	18.7	-1.7		25.8	3	VI(IV)1
2661	100	0.073	2.43	509	24	3	2.6	10.4	19.3	-1.6	11.5	27.5	3	VI(IV)1
2661	100	0.113	2.97	462	18	3	2.3	10.2	18.6	-1.9	12.0	26.9	3	VI(IV)1
2661	100	0.081	2.70	515	25	3	3.1	10.5	19.6	-1.7	11.6	27.6	3	VI(IV)1
2661	100	0.073	2.42	487	22	3	2.4	10.0	18.6	-1.8	12.0	27.0	3	VI(IV)1
2661	100	0.100	2.59	485	21	3	2.5	10.3	19.3	-1.9	11.8	27.1	3	VI(IV)1
2661	100	0.082	2.42	478	22	3	2.3	10.0	18.8	-1.9	11.8	26.9	3	VI(IV)1
2661	45	0.082	2.64	533	23	2	3.1	10.8	19.7	-0.8	11.6	27.6	4	VI(IV)1
2006	100			36	2	2	2.6		18.2	-1.7		27.0	1	Sin det.
2006	100	0.000	0.00	919	37	4	1.8	9.5	18.4	-2.7		27.1	2	VI(VII)
2006	100	0.010	1.23	927	26	4	2.0	9.5	18.4	-2.6		27.2	2	VI(VII)
2006	100	0.000	0.18	917	36	4	2.1	9.6	18.3	-2.7		27.2	2	VI(VII)
2006	100	0.003	1.11	903	34	5	1.6	9.3	18.1	-2.1	13.0	27.2	2	VI(VII)
2006	100	0.000	0.00	948	43	4	2.3	9.6	18.2	-2.5	13.2	26.8	3	VI(VII)
2006	100	0.016	1.38	870	24	5	2.3	9.5	18.2	-2.6	12.8	26.7	2	VI(IV)2
2006	100	0.003	0.76	878	31	4	2.0	9.4	18.2	-3.0	12.9	27.1	3	VI(VII)
2006	100	0.001	0.65	914	35	5	2.1	9.5	18.6	-2.8	13.0	26.9	2	VI(VII)
2006	45	0.004	0.82	857	29	3	2.2	9.5	18.4	-2.3	12.4	27.0	3	VI(VII)
2202	100			14	1	1	4.8		22.1	0.6		30.0	2	Sin det.
2202	100			13	1	1	3.7	12.2	22.2	-0.7		30.1	5	Sin det.
2202	100			14	1	1	3.8	12.3	22.3	-0.5		30.9	5	Sin det.
2202	100	0.274	2.88	429	12	1	3.8	12.2	22.2	-0.7		29.9	5	VI(IV)1
2202	100	0.244	2.94	455	12	2	3.4	12.1	22.0	-0.8	12.0	29.4	4	VI(IV)1
2202	100	0.211	2.88	484	10	1	3.4	12.2	22.0	-0.9	11.9	30.0	5	VI(IV)1
2202	100	0.260	2.95	454	12	1	3.6	12.4	22.1	-0.7	12.3	29.7	4	VI(IV)1
2202	100	0.233	2.80	465	10	1	3.5	12.2	22.1	-0.7	12.1	29.8	4	VI(IV)1
2202	100	0.198	2.54	485	11	1	3.5	12.1	22.1	-1.0	12.0	29.8	4	VI(IV)1
2202	45	0.288	3.16	434	14	1	3.9	12.3	22.2	-0.5	12.2	30.4	4	IV(VI)1
2462	100			27	1	1	0.5		12.5	-2.2		16.7	2	Sin det.
2462	100			31	6	6	0.8	6.6	16.6	-3.2		21.6	2	Sin det.
2462	100	0.001	0.81	1310	30	5	0.8	6.4	16.0	-3.2		21.2	3	VIII(VI)
2462	100	0.002	0.79	1390	26	5	0.7	6.5	16.3	-3.2	7.1	21.1	3	VIII(VI)
2462	100	0.010	1.27	1338	22	5	1.1	6.4	16.1	-4.1	7.6	21.6	3	VI(IV)2
2462	100	0.001	0.48	1339	27	5	0.9	6.5	16.3	-3.5	7.5	21.4	3	VIII(VI)
2462	100	0.005	1.15	1309	26	5	1.2	6.5	16.0	-3.8	7.5	21.4	3	VIII(VI)
2462	100	0.005	1.15	1313	25	5	1.1	6.5	16.1	-3.6	7.5	21.3	3	VIII(VI)
2462	100	0.004	1.13	1297	25	5	1.2	6.6	16.1	-3.7	7.7	21.5	3	VIII(VI)
2462	45	0.004	1.12	1366	27	6	1.0	6.1	16.0	-3.5	7.0	20.9	2	VIII(VI)



**Tabla 2.** Variables fitoclimáticas y determinaciones en compendios seculares de las estaciones de Cáceres (3469), Barrado (3439), Madrid (3195), Zorita (3086), Ciudad Real (4121) y Sevilla (5790). Primer intervalo: 1050-1149; último: 1950-1994.

Estac.	Interv.	K	A	P	PE	HS	TMF	T	TMC	TMMF	OSC	TMMC	HP	Tipo
3469	100				4	0	7.8		25.7			33.0	1	Sin det.
3469	100	0.469	4.19	519	5	0	7.3	15.9	26.0	3.5		33.3	3	IV4
3469	100	0.460	4.17	516	4	0	7.2	15.7	25.7	3.5	11.1	33.2	3	IV4
3469	100	0.476	4.09	506	4	0	7.3	15.7	25.5	3.0	11.3	33.2	3	IV4
3469	100	0.520	4.45	491	4	0	7.1	15.7	25.7	3.2	11.1	32.7	3	IV3
3469	100	0.461	4.21	517	5	0	7.4	15.8	25.6	3.6	10.8	33.6	3	IV4
3469	100	0.518	4.41	491	5	0	7.1	15.7	25.8	3.4	11.1	33.3	3	IV3
3469	100	0.556	4.42	477	4	0	7.2	15.7	25.7	3.4	10.8	33.2	3	IV3
3469	100	0.480	4.34	508	4	0	7.1	15.7	25.9	3.1	11.5	33.7	3	IV4
3469	45	0.586	4.40	472	4	0	8.1	16.1	25.5	4.7	9.9	32.4	3	IV3
3439	100					0	6.6		24.4	2.5			2	Sin det.
3439	100				50	0	6.2	14.0	23.7			31.4	5	Sin det.
3439	100				50	0	6.2	14.0	23.8	1.7		31.5	5	Sin det.
3439	100	0.080	2.35	1103	15	0	6.3	13.8	23.4	1.6		31.1	5	VI(IV)2
3439	100	0.081	2.34	1225	12	0	5.3	13.7	23.5	1.5	11.6	31.5	5	VI(IV)2
3439	100	0.081	2.38	1248	14	0	6.0	13.8	25.5	1.6	11.8	32.3	5	VI(IV)2
3439	100	0.084	2.40	1213	12	0	5.9	13.7	23.8	1.5	11.5	31.7	5	VI(IV)2
3439	100	0.087	2.48	1174	14	0	5.9	13.7	24.6	1.4	11.6	31.9	5	VI(IV)2
3439	100	0.082	2.39	1189	14	0	6.0	13.7	24.4	1.5	11.7	32.0	5	VI(IV)2
3439	45	0.082	2.43	1220	14	0	5.9	13.9	24.0	1.5	11.7	31.6	5	VI(IV)2
3195	100				10	0	15.7		23.9	9.9		30.6	0	Sin det.
3195	100	0.396	3.36	445	10	0	5.1	13.7	23.6	1.1		30.3	5	IV3
3195	100	0.417	3.63	440	10	0	5.1	13.6	23.7	1.5		30.9	5	IV3
3195	100	0.381	3.30	447	10	0	5.0	13.7	23.8	0.9	10.4	30.6	5	IV3
3195	100	0.399	3.32	435	10	0	4.8	13.5	23.6	0.8	10.3	30.4	5	IV3
3195	100	0.404	3.53	449	9	0	5.2	13.7	24.2	1.6	10.1	30.3	5	IV3
3195	100	0.447	3.48	424	9	0	4.7	13.5	23.8	1.1	10.2	30.4	5	IV3
3195	100	0.464	3.62	419	11	0	4.9	13.7	23.8	1.3	10.1	30.2	5	IV3
3195	100	0.448	3.32	418	10	0	4.7	13.4	23.8	1.2	10.3	30.5	5	IV3
3195	45	0.429	3.89	461	12	0	5.9	14.3	24.4	2.4	9.6	30.7	4	IV3
3086	100					0	6.1		13.9	0.7			2	Sin det.
3086	100				13	1	4.7		25.1			34.6	3	Sin det.
3086	100	0.364	3.48	476	14	1	4.7	14.2	24.9	-0.3		34.3	3	IV(VI)1
3086	100	0.394	3.59	462	16	1	4.9	14.3	25.1	-0.4		34.7	3	IV(VI)1
3086	100	0.382	3.74	467	15	1	5.2	14.3	25.1	-0.4	14.8	34.7	3	IV(VI)1
3086	100	0.483	3.78	439	12	0	5.4	14.4	25.1	0.1	14.7	34.2	4	IV3
3086	100	0.416	3.55	457	13	1	5.3	14.2	25.0	-0.6	14.9	34.4	3	IV(VI)1
3086	100	0.461	3.67	441	11	1	5.4	14.3	25.0	-0.2	15.0	34.4	4	IV(VI)1
3086	100	0.452	3.64	445	11	0	5.4	14.3	24.9	0.0	14.8	34.2	4	IV3
3086	45	0.418	3.64	457	12	1	5.6	14.3	24.8	-0.0	15.0	34.4	4	IV(VI)1
4121	100				7	0	6.7		24.4			32.7	2	Sin det.
4121	100	0.589	4.18	412	8	0	5.2	14.2	24.8	0.4		33.2	5	IV3
4121	100	0.669	4.21	388	8	1	4.9	14.0	24.6	-0.3		33.1	4	IV(VI)1
4121	100	0.556	4.16	419	8	0	5.3	14.1	25.0	0.1	13.1	32.7	5	IV3
4121	100	0.612	4.32	404	6	1	4.6	14.0	24.9	-0.2	13.3	33.5	4	IV(VI)1
4121	100	0.591	4.05	405	8	0	5.3	14.1	24.8	0.8	13.0	33.6	5	IV3
4121	100	0.677	4.51	389	5	1	4.9	14.0	24.6	-0.2	13.2	33.1	4	IV(VI)1
4121	100	0.598	4.47	406	7	0	5.1	14.0	24.7	0.1	13.2	33.2	5	IV3
4121	100	0.660	4.22	388	6	1	5.0	14.0	24.8	-0.1	13.2	33.2	4	IV(VI)1
4121	45	0.468	4.12	459	11	0	5.8	14.4	25.3	1.0	13.2	34.1	4	IV3
5790	100				2	0	10.6		26.2	5.3		35.2	0	Sin det.
5790	100	0.505	4.61	571	3	0	10.6	18.1	26.9	5.3		35.3	0	IV2
5790	100	0.505	4.52	566	3	0	10.4	17.9	26.2	5.1	13.5	35.3	0	IV2
5790	100	0.633	5.11	516	2	0	10.6	18.0	26.6	3.7	13.6	35.3	0	IV2
5790	100	0.577	4.69	534	2	0	10.5	18.0	26.6	4.4	13.6	35.4	0	IV2
5790	100	0.474	4.33	579	3	0	10.7	17.9	26.6	5.1	13.4	35.3	0	IV2
5790	100	0.599	4.69	526	2	0	10.0	17.9	26.5	3.7	13.7	35.4	1	IV2
5790	100	0.557	4.66	546	2	0	10.4	18.0	26.5	4.3	13.6	35.3	0	IV2
5790	100	0.548	4.58	543	2	0	10.4	17.8	26.5	4.1	13.8	35.4	0	IV2
5790	45	0.514	4.71	578	3	0	10.8	18.2	26.7	5.8	12.9	35.2	0	IV2

**Tabla 3.** Variables fitoclimáticas y determinaciones en compendios seculares de las estaciones de Arguellite (7059), Puentes (7205), Uña (8088), Valencia (8416) y Tortosa (9981). Primer intervalo: 1050-1149; último: 1950-1994.

Estac.	Interv.	K	A	P	PE	HS	TMF	T	TMC	TMMF	OSC	TMMC	HP	Tipo
7059	100				17	0	8.0		16.9	2.7			3	Sin det.
7059	100				12	0	8.0		21.6	3.4		28.6	3	Sin det.
7059	100	0.121	2.96	886	15	0	8.0	15.6	25.0	3.1		32.6	3	VI(IV)3
7059	100	0.124	2.84	888	10	0	8.0	15.6	25.2	2.2	11.9	32.8	3	VI(IV)3
7059	100	0.135	2.91	893	8	0	8.1	16.0	25.5	3.7	10.8	31.6	3	VI(IV)3
7059	100	0.120	2.82	922	11	0	8.0	15.8	25.4	3.0	11.4	32.7	3	VI(IV)3
7059	100	0.160	3.18	838	8	0	8.3	16.0	25.8	3.4	11.8	32.4	3	IV4
7059	100	0.155	3.10	863	6	0	8.3	15.8	25.7	3.6	11.4	32.4	3	IV4
7059	100	0.151	2.96	883	8	0	8.4	16.1	25.8	3.8	11.4	32.6	3	VI(IV)3
7059	45	0.131	3.07	863	12	0	7.6	15.3	24.9	2.7	12.2	32.7	3	IV4
7205	100					0	9.4	16.9	25.8			33.5	1	Sin det.
7205	100	7.106	6.92	290	9	0	9.4	17.2	26.2			34.0	1	IV1
7205	100	6.841	6.65	296	12	0	9.8	17.1	26.0			33.8	1	IV1
7205	100	7.150	6.46	302	6	0	8.5	17.2	25.9	3.2	13.1	33.6	1	IV1
7205	100	10.040	7.92	286	5	0	9.1	17.3	26.1	2.9	13.9	34.8	2	IV1
7205	100	8.340	8.31	276	6	0	10.0	17.2	25.9	3.9	13.2	33.5	1	IV1
7205	100	13.649	8.48	268	5	0	9.9	17.1	25.9	3.6	13.2	33.4	1	IV1
7205	100	11.220	8.52	268	6	0	10.0	17.2	25.9	3.7	13.3	34.3	0	IV1
7205	100	9.143	8.35	277	6	0	10.0	17.4	26.0	3.7	13.3	33.8	0	IV1
7205	45	6.901	7.01	286	6	0	9.3	16.9	26.0	3.5	13.0	33.8	2	IV1
8088	100				27	0	7.5		18.7	0.5		28.1	1	Sin det.
8088	100	0.016	1.47	859	26	4	0.2	9.4	18.8			28.4	3	VI(IV)2
8088	100	0.034	1.78	835	19	5	1.2	9.4	18.8			28.4	2	VI(IV)2
8088	100	0.029	1.71	826	24	5	1.7	9.5	18.8	-5.3	15.2	28.1	2	VI(IV)2
8088	100	0.023	1.61	816	24	5	2.6	9.6	18.9	-3.8	15.3	28.3	2	VI(IV)2
8088	100	0.015	1.45	885	27	5	1.9	9.5	18.8	-4.7	15.3	28.4	2	VI(IV)2
8088	100	0.028	1.74	833	24	5	1.5	9.5	18.9	-5.7	15.4	28.1	2	VI(IV)2
8088	100	0.024	1.61	849	26	5	2.3	9.5	18.9	-5.1	15.3	28.2	2	VI(IV)2
8088	100	0.030	1.67	832	23	5	1.7	9.4	18.8	-5.7	15.3	28.0	2	VI(IV)2
8088	45	0.018	1.56	873	26	5	2.2	9.8	19.1	-4.0	15.0	28.7	1	VI(IV)2
8416	100				11	0	14.1		24.6	9.6			0	Sin det.
8416	100	0.617	4.47	457	11	0	10.3	16.9	24.7	5.8		28.7	0	IV2
8416	100	0.641	3.33	448	11	0	10.4	16.9	24.7	5.9	8.6	28.7	0	IV2
8416	100	0.657	4.23	450	11	0	10.1	17.1	24.8	5.4	8.5	28.6	0	IV2
8416	100	0.444	3.88	504	11	0	10.0	16.9	24.8	5.4	8.7	28.6	1	IV2
8416	100	0.527	4.46	473	12	0	10.3	16.9	24.7	5.8	8.8	29.0	0	IV2
8416	100	0.612	3.66	458	10	0	10.0	16.9	24.8	5.1	8.8	28.7	1	IV2
8416	100	0.676	3.66	445	11	0	10.0	16.9	24.8	5.4	8.8	28.9	0	IV2
8416	100	0.726	4.80	431	12	0	9.8	16.7	24.6	5.3	8.7	28.6	1	IV2
8416	45	0.618	4.25	474	9	0	11.2	17.5	24.9	6.7	9.0	29.2	0	IV2
9981	100				22	0	13.3		25.0	8.8			0	Sin det.
9981	100	0.234	2.32	528	23	0	9.3	16.8	25.1			30.2	2	IV(VI)2
9981	100	0.248	2.45	531	22	0	9.2	16.7	25.0			30.1	1	IV(VI)2
9981	100	0.251	2.47	536	23	0	9.2	16.8	25.0	5.0	9.6	30.1	1	IV(VI)2
9981	100	0.291	2.54	537	17	0	9.2	16.7	25.0	5.1	9.5	30.1	1	IV(VI)2
9981	100	0.187	2.19	546	22	0	9.2	16.7	24.9	5.1	9.6	30.1	1	IV(VI)2
9981	100	0.246	2.39	538	18	0	8.7	16.7	24.8	4.7	9.7	30.1	1	IV(VI)2
9981	100	0.315	2.65	515	18	0	9.1	16.8	25.0	5.0	9.7	30.1	1	IV(VI)2
9981	100	0.315	2.67	508	20	0	8.7	16.6	25.0	4.7	9.5	30.0	1	IV(VI)2
9981	45	0.180	2.22	572	20	0	9.9	17.1	25.2	5.4	10.3	30.7	1	IV(VI)2

- TMMF : 1950-1994
- OSC : 1850-1950
- TMMC: 1450-1550 , 1950-1990

Respecto a las Temperaturas máximas hay grandes núcleos de población que pueden

estar alterando estos valores: Como son Coruña, Santander, León, Tortosa, Valencia, Madrid, Ciudad Real, Sevilla y Cáceres. Es decir, mas de un 50% de la muestra puede estar muy alterada respecto a las máximas. Si no se consideran los valores máximos

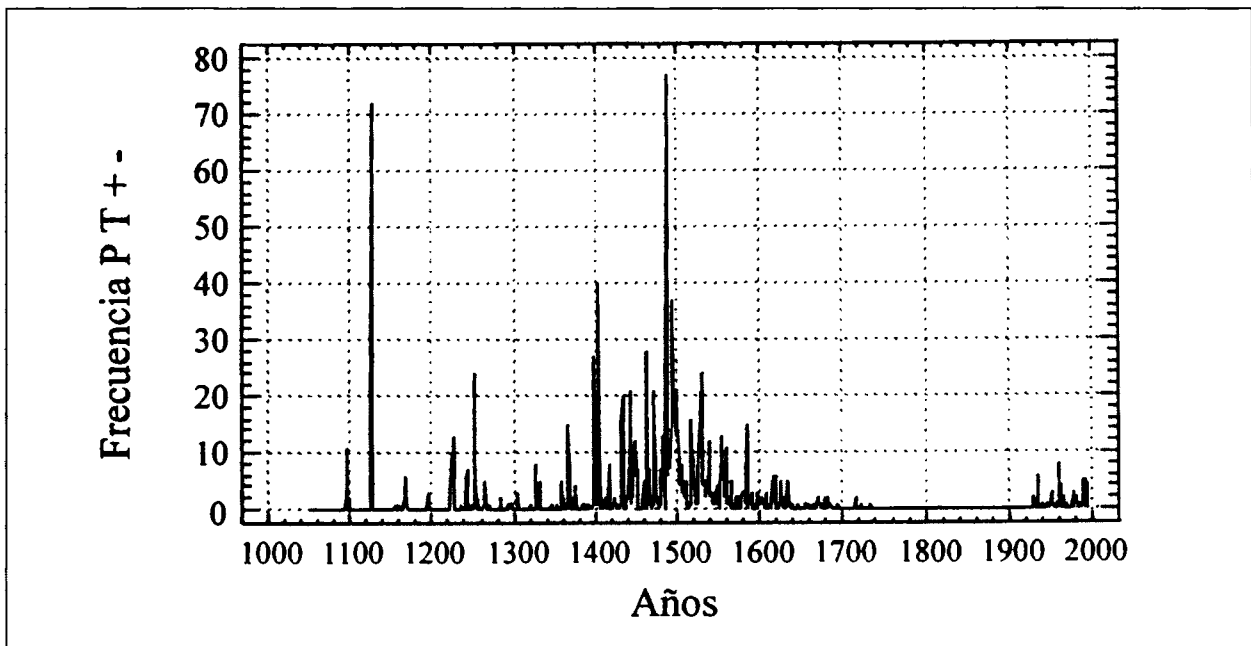


Fig. 1.- Frecuencia de valores fuera de rango en las temperaturas media y en las precipitaciones totales en 18 estaciones durante el último milenio

para estas estaciones en el período 1950-1994 la distribución de los valores máximos está mucho más distribuida, centrándose en el período 1550-1650.

Sin embargo, Santander no tiene las temperaturas máximas en 1950-1994, Vinuesa, Navacerrada, Arguellite, Puentes, Barrado y Zorita de los Canes tampoco las poseen en este intervalo, Carbonero el Mayor y Uña sí, aunque por estrecho margen. Todo esto conduce a pensar que los valores máximos de los últimos 50 años en la mayor parte del territorio pueden estar teniendo incrementos más suaves de lo que se deduce introduciendo las series de los núcleos urbanos. Por otra parte no parece que estemos en la fase más árida ni en la que mayor déficit hídrico ha habido; por el contrario, parece una de las fases de mayor pluviometría total y estival.

**Periodos en los que los factores han sido mas bajos:**

- K : 1250-1350, 1550-1650
- A : 1550-1650
- P : 1850-1950
- PE : 1450-1550

- TMF : 1450-1550, 1650-1750:  
1850-1950
- T : 1450-1550, 1650-1750:  
1850-1950
- TMC : 1250-1350, 1650-1750
- TMMF : 1350-1450, 1650-1750
- OSC : 1950-1994
- TMMC : No se detectan períodos significativos.

Se resaltan aquí las fases más frías de la PEG entre 1450-1550 y 1650-1750 juntamente con la crisis climática del siglo XX que comienza hacia 1880 y se prolonga hasta 1910-1920 con mínimos de pluviometría y temperatura.

En este primer análisis se ve que la PEG se extiende fundamentalmente entre los siglos XV y XVII, amortiguándose mucho en el siglo XVIII hasta hacerse fitoclimáticamente inapreciable. La PEG, sin embargo, se caracterizó fundamentalmente por su variabilidad y por el grado de stress que generó en los árboles que la superaron. Las Figuras 1 a 3 son determinantes en este punto. La variabilidad llega hasta 1650 aproximadamente para amortiguarse y desaparecer posteriormente.

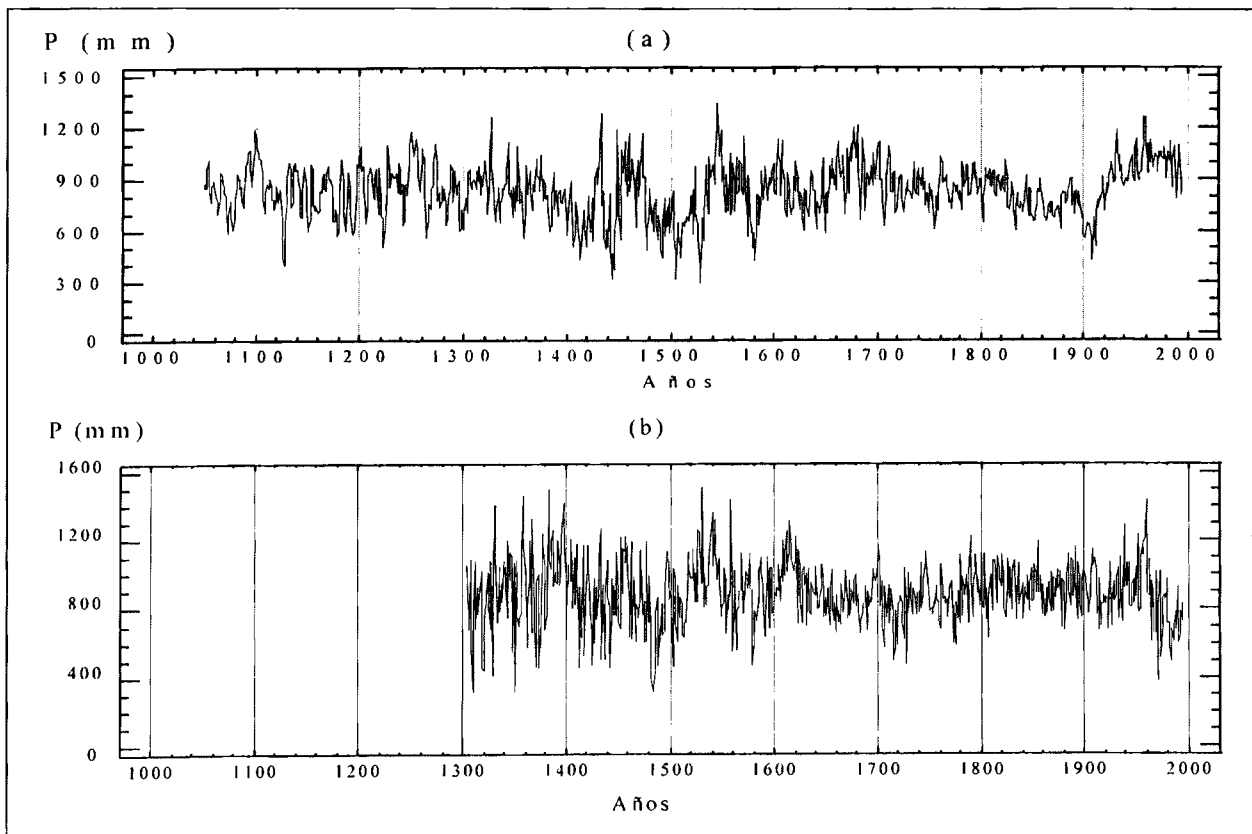


Fig. 2.- Precipitaciones totales reconstruidas de La Coruña (a) y Arguellite (b).

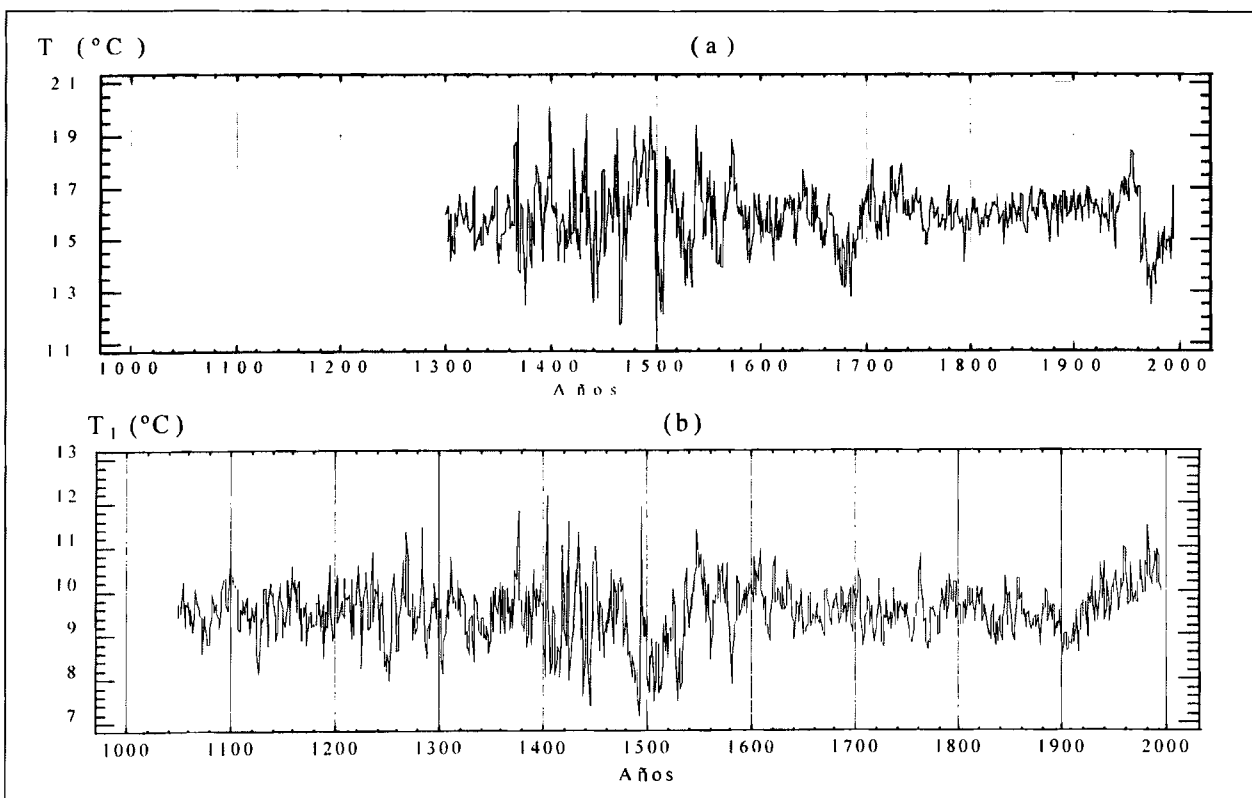


Fig. 3.- Temperatura media reconstruida en Arguellite (a) y temperatura de enero de La Coruña (b)

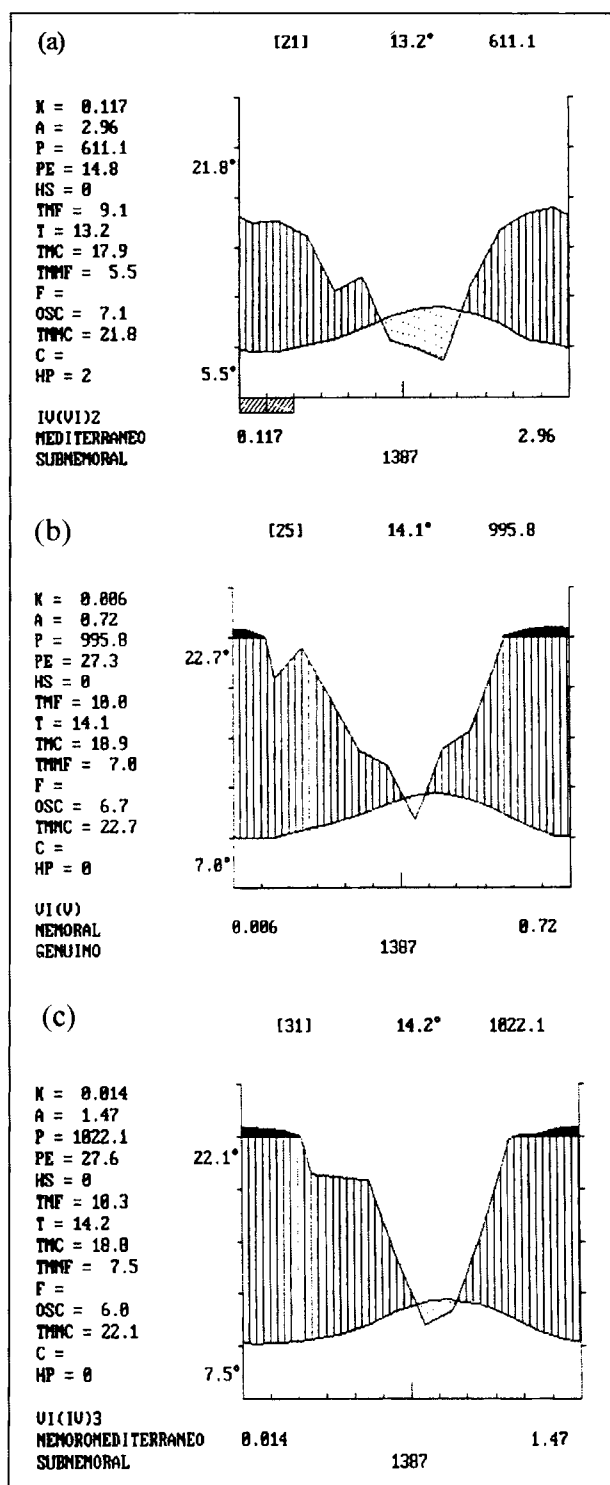


Fig. 4.- Climodiagramas compendio de La Coruña:  
 (a) 1890-1910 (1), (b) 1939-1967, (c), entre 1964-1994

### 3.2 Estabilidad fitoclimática sobre compendios de 100 años

De las 17 estaciones, 8 tienen cambios en los compendios (tablas 1 a 3):

- Cáceres: Cambia alternativamente entre IV3 y IV4 desde 1350 debido a que la precipitación oscila entre 477 y 519 mm. El límite entre ambos subtipos está en 500 mm.

- Zorita: Cambia entre IV(VI)1 y IV3 a partir de 1550 ya que TMMF pasa de negativo a positivo, oscilando hasta medio grado.

- Ciudad Real: Oscila alternativamente entre IV3 y IV(VI)1 desde 1150 con variaciones de TMMF desde -0.2 a 1.0 °C.

- La Coruña: Tiene dos cambios desde 1150, oscilando entre VI(IV)3 y IV(VI)2 ya que la precipitación varía desde 769 mm. hasta 880 mm (es decir en un rango de 111 mm). En el último período 1950-1994 se modifican los factores de forma muy importante, la aridez pasa de 2.34 a 1.12 (meses) y la precipitación de 769 mm. hasta 1047 mm. alcanzando un VI(V). Dada la magnitud de esta variación será analizada posteriormente.

- Vinuesa: Cambia también dos veces desde 1450, pasando de VI(VII) a VIII(VI) con una precipitación mayor de 950 mm. (971 mm.); después la aridez sube hasta 1.39 pasando a VI(IV)2 recuperando posteriormente el VI(VII). Los rangos de ambas variables también son importantes.

- Carbonero el Mayor: Se transforma de un VI(IV)1 a un IV(VI)1 desde 1950 debido a la fuerte subida de la aridez que alcanza 3.16, cuando en los demás períodos no supera 2.95.

- Navacerrada: Sufre un cambio de tipo en 1450 por aumento de la aridez (pasa de 0.79 a 1.27) lo que le hace sufrir una modificación temporal desde VIII(VI) a VI(IV)2 para recuperar el tipo VIII(VI). Esta fase coincide con el momento en que la PEG se hace muy árida y fría y con la desaparición de los pinos silvestres y laricios de edades superiores a 500 años en el Sistema Central.

- Arguellite: Pasa de VI(IV)3 en 1650 hasta IV4, tipo este preponderante hasta el final del proceso con la excepción de la

fase 1850-1950 en la que se vuelve a recuperar el tipo VI(IV)3.

Las estaciones de Puentes (IV1), Uña (VI(IV)2), Valencia (IV2), Tortosa (IV(VI)2), Barrado (VI(IV)2), Madrid (IV3), Sevilla (IV2), Santander (VI(V)) y León (VI(IV)1) mantienen secularmente sus compendios.

Estos compendios seculares indican por su duración cambios mas profundos en el fitoclima que los derivados de compendios sobre intervalos menores. A veces, como en Vinuesa, La Coruña y Arguellite, los cambios parecen muy importantes. Si estos cambios, al modificar el subtipo, han inducido variaciones en la vegetación, se puede pensar que la vegetación actual, por el mismo motivo, no está en posición estacionaria sino en evolución.

Por tanto, se podría sugerir que los límites definidos en los sistemas fitoclimáticos para la vegetación deberían ser examinados en función de la amplitud de las oscilaciones observadas porque quizá surgirían límites mas adecuados al tomar los valores de las factores fitoclimáticos en las oscilaciones mas amplias y duraderas que se den en las estaciones en posición extrema y que a su vez sean compatibles con las formas de vida cuya edad alcance a la de la perturbación. Si, por el contrario, se estima que la vegetación mantiene un estado estacionario o evoluciona con modificaciones muy lentas existiendo variaciones en los subtipos, parecería que los límites de existencia de cada recinto fitoclimático no deberían ser rígidos, puesto que la vegetación podría absorber estas desviaciones. Sobre estas ideas se volverá mas adelante.

En general se puede decir que han existido modificaciones en la genuinidad secular de los tipos, dentro de un esquema relativamente estable.

### 3.3 El episodio climático del siglo XX

En el siglo XX surge un nuevo episodio climático crítico que podría indicar una cierta continuidad de la anomalía climática marcada por la PEG. En este episodio se combinan

varias fases extremas que comienzan con episodios fríos y secos desde 1890 y culminan en una fase cálida y lluviosa, con excepción de las fuertes sequías de la décadas de los 80-90. Muchas de las estaciones marcan pautas frías en el período 1850-1950, alcanzando en esta fase sus valores medios mínimos en el milenio.

Este comienzo coincide con una disminución muy importante de la precipitación que alcanza en algunas estaciones como en La Coruña valores insólitos próximos a 550 mm. en una fase de caída en media móvil de 15 años que va desde 1890 hasta 1920 (figs. 4 y 5a). A partir de 1920 se produce un incremento acelerado que en la década de los 60-70 supera los 1050 mm. Es decir en una amplia oscilación la lluvia casi se duplica. Hay que retroceder hasta el período 1400-1600 para observar un proceso similar.

En Arguellite (Albacete) (fig. 6a) se observa un proceso algo diferente, ya que no existe el mínimo pero el máximo de 1960-70 se alcanza claramente. Luego, de forma brusca, se entra en una fase de baja precipitación. De nuevo se tiene la impresión de un proceso similar al ocurrido entre 1400-1600.

Las temperaturas medias en ambas estaciones tienen una evolución diferente. Mientras que en La Coruña superan por ambos extremos el fondo natural con una tendencia muy acusada al alza (fig. 5b), aunque con un rango del orden de 1° C, Arguellite (fig. 6b) evoluciona saliéndose también del fondo natural, pero con una tendencia general a la baja, cayendo las temperaturas por debajo de éste en un rango de variación de unos 3° C.

Estos son ejemplos extremos pues la mayor parte de las variables no se destacan del fondo natural histórico tan acusadamente, pero es muy frecuente la detección del episodio en una forma u otra. Esto lleva a la siguiente consideración: En España la mayor parte de las estaciones tienen observaciones desde 1950, lo que corresponde a un segmento de la oscilación que no es representativo de la media histórica de la estación y que probablemente esté induciendo una

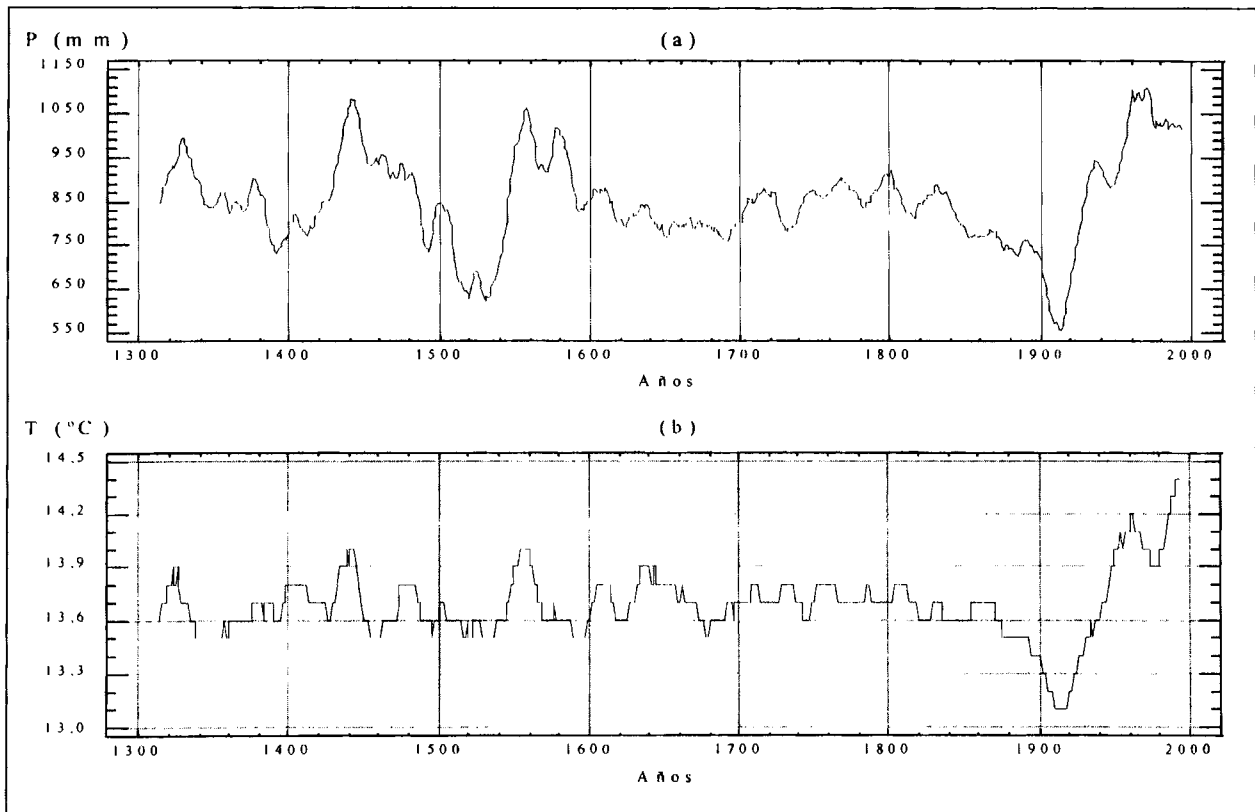


Fig. 5.- Precipitación total (a) y temperatura media (b) en La Coruña, en media móvil de 15 años.

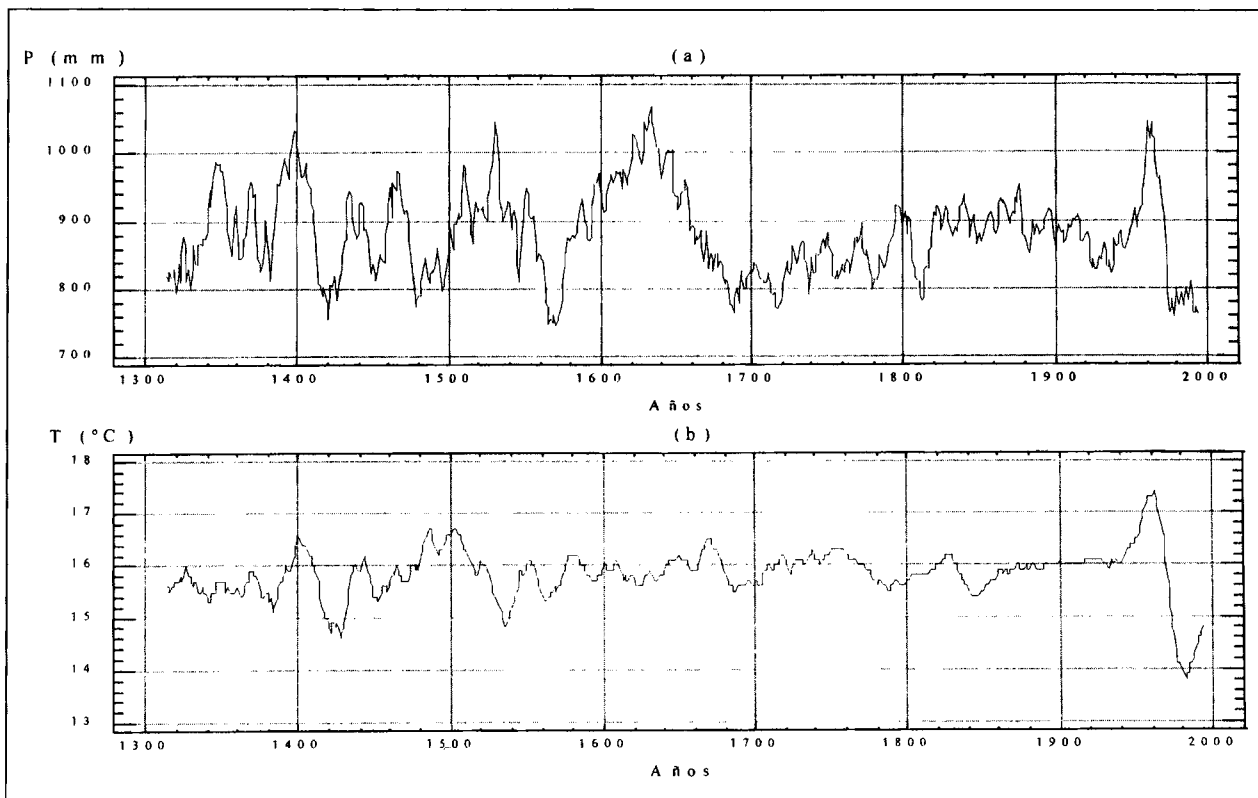


Fig. 6.- Precipitación total (a) y temperatura media (b) en Arguillite, en media móvil de 15 años.

evolución en la vegetación desde finales del siglo pasado que por su lentitud, inercia y falta de datos no sea perceptible y a lo mejor indiscernible de su estado estacionario anterior. En todo caso, como se dijo anteriormente, se sugiere que los datos y límites tomados en fases de amplia evolución- como parece que es la presente- y sin poder considerar un pasado suficientemente amplio, podrían desviarse de los verdaderos valores de los factores fitoclimáticos de las estaciones en un intervalo temporal amplio.

### 3.4 Sobre un posible cambio climático y fitoclimático

A continuación se hará un análisis estadístico simple con esta muestra de estaciones y sobre los intervalos temporales elegidos de 100 años, siendo el último de 45 (tablas 1 a 3). Se analizará la probabilidad de que los máximos y mínimos que aparecen entre 1950-1994 provengan o no del azar climático con respecto al conjunto del milenio. Se realizará el estudio considerando en primer lugar los factores ligados a la precipitación en todas las estaciones, es decir, A, K, P y PE.

Posteriormente se hará un estudio global de la temperatura (TMF, T, TMC, TMMF, TMMC) separando y sin separar los núcleos de población. No se considerará la posibilidad de falta de independencia de los datos entendiendo que favorece por igual a ambas hipótesis.

#### - Caso de las Precipitaciones:

La variable K presenta 2 máximos y 3 mínimos, la A 2 y 1, la P 7 y 3 y la PE 6 y 3 respectivamente. Los totales son 17 máximos y 10 mínimos. El nivel de significación al 95% sobre el total es de 43 casos y el nivel de significación al 95% sobre cada factor es de 13 casos. Por tanto, sobre un total de 68 (17 estaciones x 4 variables) observaciones totales y 17 para cada factor, ni en el total ni en los factores se detecta significación.

#### - Caso de las Temperaturas englobando a los grandes núcleos de población y suman-

#### *do los efectos de T, TMF, TMC, TMMF y TMMC:*

Los máximos hacen un total de 51 y los mínimos de 14. El nivel de significación sobre las 85 observaciones (17 estaciones x 5 variables) al 95% está en 53, luego no se alcanza este valor aunque se está muy próximo a él.

#### - Caso de las Temperaturas sin englobar los núcleos de población:

Los máximos son 14 y los mínimo 11. El nivel de significación al 95% para las 40 observaciones (8 estaciones x 5 variables) es de 27, luego tampoco se alcanza el nivel de significación.

#### - Conjunto de valores extremos registrados desde 1850 hasta la actualidad::

Con este conjunto de valores se englobaría la perturbación climática del siglo XX. Los valores extremos son 174. El nivel de significación al 95% sobre 340 observaciones que corresponde a 17 estaciones y 10 variables (incluyendo la Oscilación Térmica y excluyendo Hs y Hp) durante dos períodos es de 189. Estos valores, aunque no significativos, alertan ya sobre una posible perturbación.

#### - Cambios tipológicos en el período 1950-1994:

En el supuesto de que estos estuvieran inducidos por variaciones al azar debidas a las fluctuaciones de los factores en las 17 estaciones, el nivel de significación al 95% para las 17 estaciones es de 13. Dado que se dan sólo 6 cambios, tampoco son significativos.

El resumen que se puede hacer es el siguiente: Sobre la muestra analizada y el período elegido, la hipótesis de algún cambio climático en tendencia respecto a las precipitaciones debería ser rechazada. Lo mismo sucede sobre el cambio al alza en las temperaturas sin considerar los grandes núcleos de población y sobre los cambios de subtipo fitoclimático.

Considerando los núcleos de población y el período 1850-1994 se podría decir que, aunque no alcanzan el nivel de significación



elegido, son lo suficientemente numerosos como para mantener un cierto grado de alerta que se podría resumir en la sospecha de que las temperaturas por efecto antrópico que están subiendo localmente enmascaran la verdadera señal macroclimática; la cual, con las estaciones reconstruidas hasta ahora, no parece bien discernible.

Por otro lado, visto lo expuesto anteriormente, se refuerza la idea de que nos encontramos inmersos en un episodio climático semejante en tendencia a los que sucedieron en la PEG, con un inicio natural desde finales del siglo pasado, que actúa con una gran amplitud secular (figs. 5 y 6) y cuya evolución es necesario vigilar.

Si se considera el Cambio Fitoclimático como una variación sostenida y trascendente que afecta de forma letal e irreversible a la vegetación, nuestra hipótesis es que paradójicamente se pueden producir procesos de mortalidad en la vegetación inducidos aleatoriamente dentro de la variabilidad del clima mediterráneo a lo largo de la historia -como el pasado recientemente si es que está definitivamente superado- pero que no son sostenidos en tendencia ni, por tanto, irreversibles. Por tanto, si no se dispone de un fondo de datos suficientemente amplio no son detectables y un período demasiado corto de datos puede inducir involuntariamente a error en las consideraciones sobre Cambios Fitoclimáticos.

El otro tipo de Cambio Fitoclimático puede surgir de cambios en la variabilidad interanual. En este sentido según se ve en la fig. 1 estamos en una fase mucho menos variable que el período 1400-1600 característico de la PEG, puesto que la frecuencia absoluta de los sucesos extremos es muy inferior. No obstante, la nueva aparición de sucesos extremos desde 1900, aunque su frecuencia sea menor, después de la fase de calma entre 1700 y 1900, vuelve a colocar un elemento de incertidumbre en el futuro.

### 3.5 Sobre los espectros de 15 años

El sistema dendrofitoclimático permite obtener, una vez reconstruidos los factores

fitoclimáticos y las variables mensuales de precipitación y temperatura necesarias, un espectro restringido a 13 factores (las HP no se han calculado por el momento) para cada estación reconstruida.

Se suministran cuatro ejemplos de estos espectros fitoclimáticos: Madrid, Navacerrada, Arguellite y La Coruña (figs. 7 a 10). En éstos se pueden ver variaciones tipológicas en los genuinos e incluso la desaparición de la genuinidad en algunos intervalos de tiempo en todos los subtipos fitoclimáticos.

Para interpretar las figuras citadas se puede observar que en cada una de ellas hay dos gráficas. La gráfica correspondiente a la parte superior de cada zona representa el valor del escalar -en gris- mientras que la gráfica correspondiente a la parte inferior -escalonada y en negro- representa la disparidad, analogía o genuinidad del espectro en ese punto temporal, de forma que la disparidad es la que ocupa el nivel inferior de la segunda gráfica, el nivel 1/2 la analogía, el nivel 3/4 una alta probabilidad de que sea genuino aunque faltan datos para determinarlo y el nivel 1/1 la genuinidad.

En el ejemplo de Navacerrada, (fig. 7), una de las estaciones más estables en el intervalo temporal 1300-1995, se representan los tres tipos que aparecen en el polinomio fitoclimático (ALLUÉ, 1995): VIII(VI), VI(IV)2 y VI(VII). Así puede verse como el tipo VI(VII) en la zona superior siempre es dispar excepto su incierta analogía entre 1370 y 1400. En el intervalo 1600-1700 se ve la genuinidad del tipo VIII(VI) en la zona inferior y la analogía del tipo VI(IV)2 en el centro. Se observan muchas zonas donde desaparece el genuino en VIII(VI), sin ser sustituido por otro. Sólo al final, a partir de 1925, el genuino VIII(VI) se ve sustituido por el VI(IV)2 hasta 1960, año en que se vuelve a invertir el proceso.

Esta evolución errática característica de muchas estaciones da gran información sobre la evolución fitoclimática de la estación en el tiempo y contrasta con la mayor estabilidad observada en las compendios sobre más años. Es un esquema a analizar

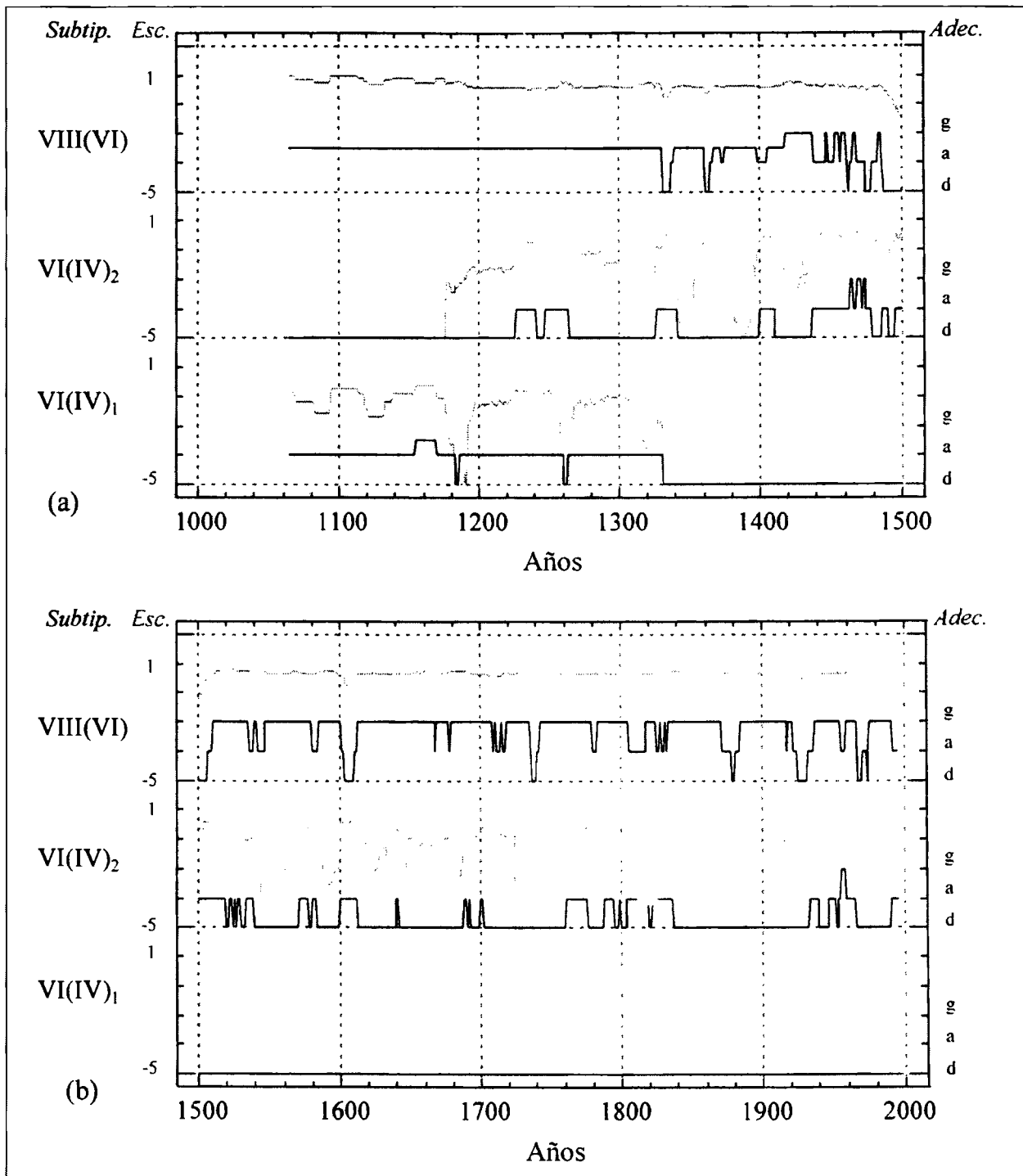


Fig. 7.- Escalares (en gris) y adecuación (en negro) de la estación de Navacerrada (2462) respecto a los principales subtipos, utilizando medias móviles de 15 años. (a) hasta 1500; (b) desde 1500

aunque dada la amplitud del fenómeno de pérdida de genuinidades se podría pensar en ampliar el período hasta encontrar una posición de compromiso que podría ser del orden de las fluctuaciones de frecuencia media de los factores; es decir, de unos 30 años.

En todo caso parece un instrumento muy potente para estudiar los cambios fitoclimáticos del pasado y prevenir los que puedan aparecer en el futuro sobre la sospecha de transiciones tipológicas similares. Se complementa este estudio con la evolución

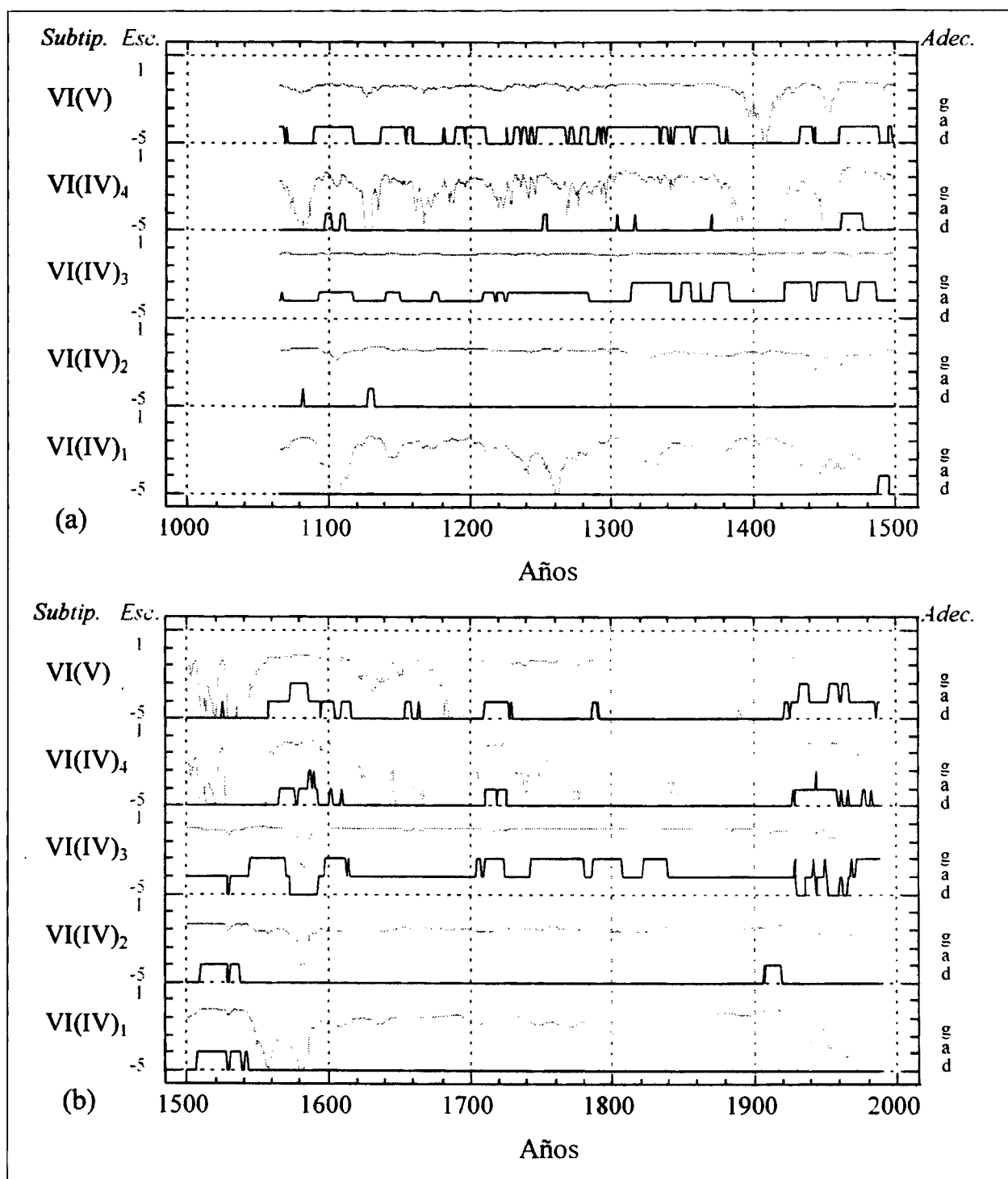


Fig. 8.- Escalares (en gris) y adecuación (en negro) de la estación de La Coruña (1387) respecto a los principales subtipos, utilizando medias móviles de 15 años. (a) hasta 1500; (b) desde 1500

de los polinomios fitoclimáticos anuales en porcentaje sobre 15 años los cuales se extraen inmediatamente al aplicar sobre los factores anuales reconstruidos la clave fitoclimática (ALLUÉ, 1995).

### 3.6 Climodiagramas anuales del pasado

Se puede proceder a reconstruir los climodiagramas de evolución anual, sobre la base de que los datos que suministran deben ser

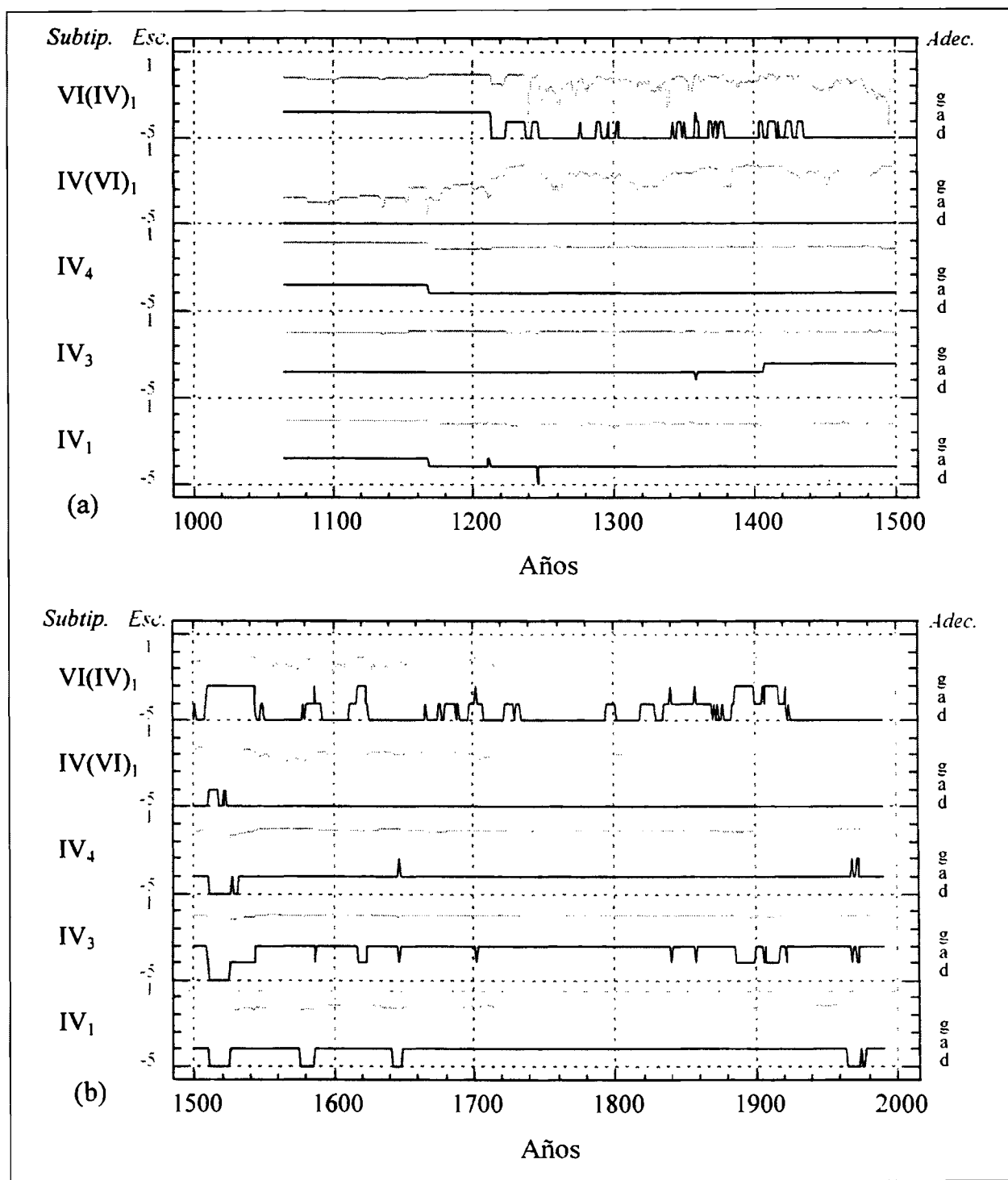


Fig. 9.- Escalares (en gris) y adecuación (en negro) de la estación de Madrid-Retiro (3195) respecto a los principales subtipos, utilizando medias móviles de 15 años. (a) hasta 1500; (b) desde 1500

tomados con mas precaución que los compendiales, ya que la evolución interanual de alta frecuencia es más difícil de precisar. Se puede decir que, en general, los resultados sobre las temperaturas, a excepción de

las de Enero, Abril y Agosto, son muy fiables. Las precipitaciones comienzan a ser fiables entre Junio y Octubre y los factores fitoclimáticos son casi todos fiables con la excepción de TMC, TMMF, C Y F.

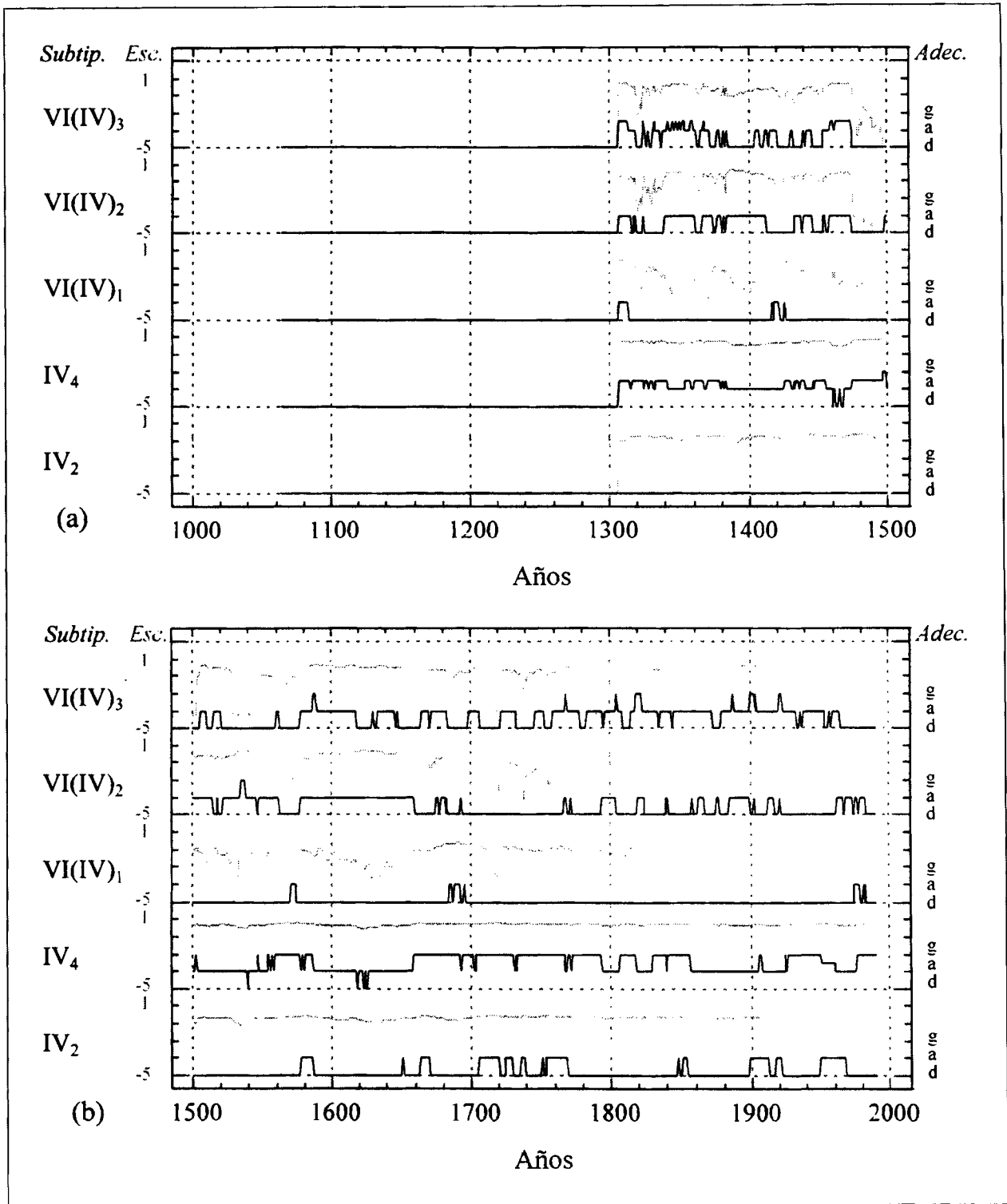


Fig. 10.- Escalares (en gris) y adecuación (en negro) de la estación de Arguellite (7059) respecto a los principales subtipos, utilizando medias móviles de 15 años. (a) hasta 1500; (b) desde 1500

Se presentan unos ejemplos en la fig. 11 para observar los cambios de variabilidad interanual en Arguellite en la PEG, contras-

tando con la actualidad y como ejemplo de utilización de estas herramientas en la investigación histórica.

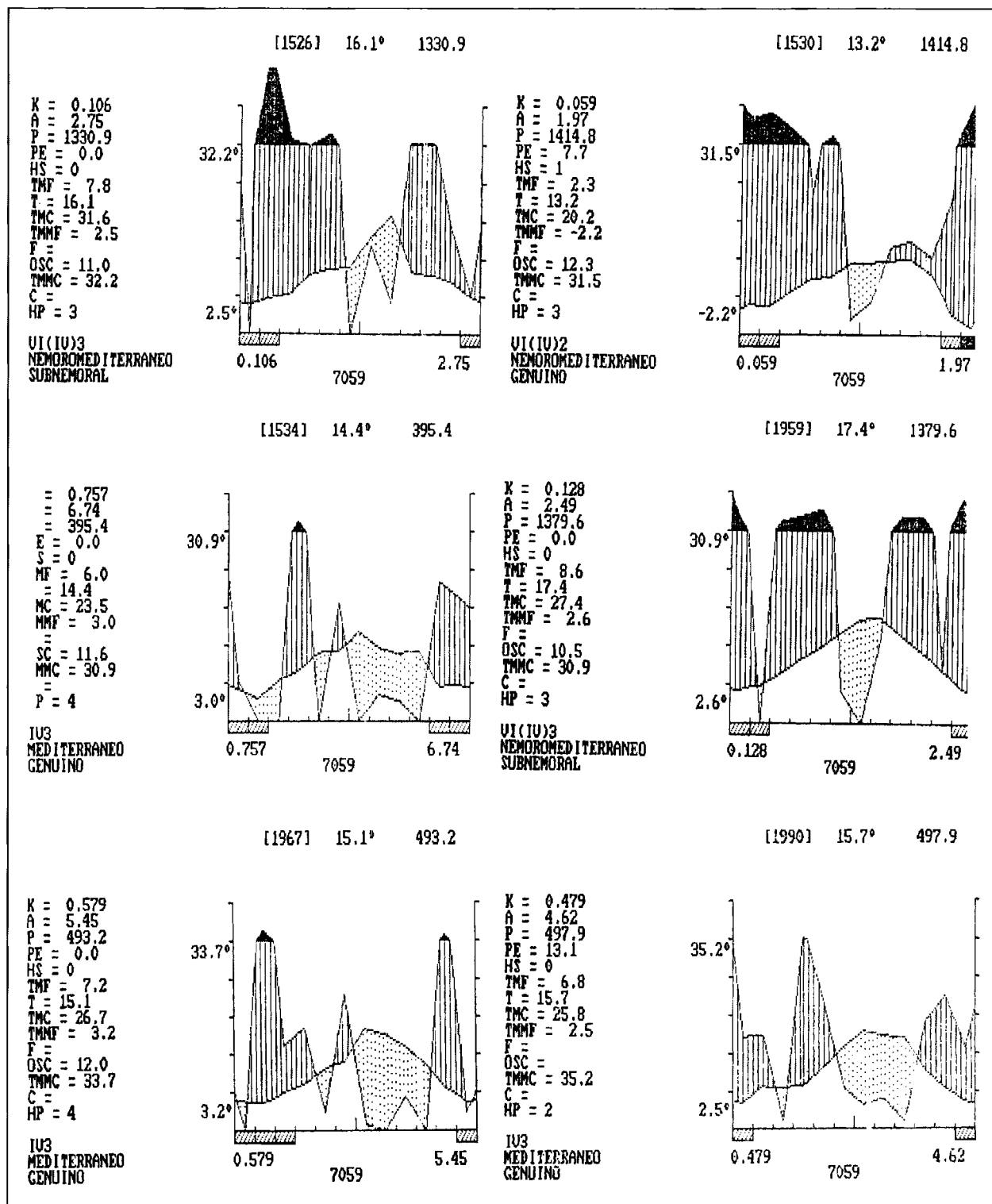


Fig. 11.- Climodiagramas anuales de Arguellite (7059) en fases de la PEG y en la actualidad.

Conviene recalcar, como se dijo anteriormente que, aunque las variables no sean fiables y sus valores estén amortiguados, no se puede descartar su validez.

### BIBLIOGRAFÍA

ALLUÉ ANDRADE, J.L.; 1966. *Subregiones Fitoclimáticas de España*. Instituto Forestal

de Investigaciones y Experiencias. Ministerio de Agricultura, Madrid: 60 p.

ALLUÉ ANDRADE, J.L.; 1990. *Atlas Fitoclimático de España Taxonomías*. Madrid. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (MAPA): 221 p.

ALLUÉ ANDRADE, J.L. & FERNÁNDEZ CANCIO, A.; 1993. Estado actual y expectativas de la fitoclimatología forestal. Aspectos fitológicos y dendrológicos. *Actas del Congreso Forestal Español Lourizan-1993 (Tomo I)*: 71-85.

ALLUÉ ANDRADE, J.L.; 1994. Problemas e incertidumbres forestales ante el cambio climático. *Revista Montes*. n.º 38, 4.º trimestre de 1994. Editorial, página 4.

ALLUÉ ANDRADE J.L.; 1995. Estudio del cambio climático en los montes españoles. *Actas del Seminario sobre deterioro de los Montes y Cambio Climático*. Madrid: 24-63.

BRIFFA, K., BARTHOLIN, T., ECKSTEIN, D., JONES, P., KARLEN, W., SCHWEINGRUBER, F & ZETTERBERG, P.; 1990. A 1400-year record of summer temperature in Fennoscandia. *Nature*, 346: 434-439.

COOK, E. & KAIRUKSTIS, L.; 1990. *Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Sciences*. International Institute for Applied Systems Analysis. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

CREUS, J. & PUIGDEFABREGAS, J.; 1976. Climatología histórica y dendrocronología de *Pinus uncinata* Ramond. *Cuadernos de Investigación (Geografía e Historia)*, 2 (2): 17-30.

CREUS, J. & PUIGDEFABREGAS, J.; 1983. Climatología histórica y dendrocronología de *Pinus nigra* Arnold. *Avances sobre la investigación en Bioclimatología*, 121-128. Zaragoza.

CREUS, J. & FERNÁNDEZ CANCIO, A.; 1992. Cuantificación del clima del pasado a partir de series dendrocronológicas. Síntesis metodológica. *Actas del 5.º Coloquio de Geografía Cuantitativa*: 393-407. Universidad de Zaragoza.

CREUS, J., GÉNOVA, M., FERNÁNDEZ CANCIO,

A. & PÉREZ ANTELO, A.; 1992. New dendrochronologies for Spanish Mediterranean Zone. *Lundqua Report* 34: 76-78.

ELÍAS CASTILLO, F. & RUIZ BELTRÁN, L.; 1977. *Agroclimatología de España*. Cuadernos INIA n.º 7. Ministerio de Agricultura. Madrid.

FERNÁNDEZ CANCIO, A., PÉREZ ANTELO, A., CREUS, J. & GÉNOVA FUSTER, M.; 1991. Algunos aspectos de la dendroecología de *Pinus pinea* L. *Studia Oecologica*, VIII: 203-218.

FERNÁNDEZ CANCIO, A., MANRIQUE, E., GÉNOVA, M., CREUS, J.; 1993. Estudio fitoclimático de la Serranía de Cuenca en los últimos 300 años. *Actas del Congreso Forestal Español Lourizan-1993 (Tomo I)*: 93-98.

FERNÁNDEZ CANCIO, A., GÉNOVA, M., CREUS, J., GUTIERREZ, E.; 1994. Dendroclimatological Investigation for the Last 300 Years in Central Spain. *Radiocarbon*, 1996.

FERNÁNDEZ CANCIO, A.; Multilingual Glossary of Dendrochronology: Kaennel, M., Schewiengruber, M., (Editores) 1995. *Swiss Federal Institute for Forest WSL/FNP*.

FERNÁNDEZ MELÉNDEZ, J.A.; 1993. Cambios fitoclimáticos y seca de *Quercus* en La Mancha y Extremadura. Trabajo Fin de Carrera (inédito). E.U.I.T. Forestal. Madrid: 438 p.

FERNÁNDEZ MELÉNDEZ, J.A.; MONTERO GONZÁLEZ, G.; 1993. Prospección de secas en *Quercus* de Extremadura y La Mancha. *Revista Montes*, n.º 32, 2.º trimestre de 1993: 32-36.

FONT TULLOT, I.; 1988. *Historia del clima de España*. Instituto Nacional de Meteorología. M.º de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid. 297 p.

FONTANA TARRATS, J.; 1975. *Quince siglos de clima andaluz* (inédito).

FONTANA TARRATS, J.; 1976. *Historia del clima de Cataluña* (inédito).

FONTANA TARRATS, J.; 1977. *Historia del clima en las mesetas* (inédito).

FRITTS, H.; 1976. *Tree Rings and Climate*.

- Academic Press. London, New York, San Francisco. 567 p.
- FRITTS, H., VAGANOV, E., SVIDERSKAYA, I. & SHASHKIN, A.; 1991. Climatic variation and tree-ring structure in conifers: empirical and mechanistic models of tree-ring width, number of cells, cell size, cell-wall thickness and wood density. *Climate Research*, 1: 97-116.
- GÉNOVA, M.M., FERNÁNDEZ CANCIO, A. & CREUS, J.; 1993. Diez series medias de anillos de crecimiento en los sistemas Carpetano e Ibérico. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 2 (2): 151-172.
- GÉNOVA, M.; 1994. Dendroecología de *Pinus nigra* Arnold. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco y *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central y en la Serranía de Cuenca. Tesis Doctoral (inérita). Universidad Autónoma de Madrid.
- GUTIERREZ, E.; 1986. Dendrocronología de *Fagus sylvatica*, *Pinus uncinata* y *Pinus sylvestris* en Catalunya. Tesis doctoral, Fac. Biología U.B. 280 p. (inérita).
- GUTIERREZ, E.; 1988. Dendroecological study of *Fagus sylvatica* L. in the Montseny Mountains (Spain). *Acta Oecológica. Oecologia Plantarum*, 9 (3): 301-309.
- GUTIERREZ, E.; 1989. Dendroclimatological study of *Pinus sylvestris* L. in Southern Catalonia (Spain). *Tree-ring Bulletin*, 49: 1-10.
- GUTIERREZ, E.; 1990. Dendroecología de *Pinus sylvestris* L. en Cataluña. *Orsis*, 5: 23-41.
- GUTIERREZ, E.; 1991. Climate tree-growth relationships for *Pinus uncinata* Ram. in the Spanish Pre-Pyrenees. *Acta Oecológica*, 12 (2): 213-225.
- HUGHES, M.K., GRAY, B.M., PILCHER, J.R. & LAMARCHE, V.C. Jr. (eds); 1982. *Climate from tree rings*. Cambridge University Press, 223 p. Cambridge.
- KAISER, K.; 1991. Tree-rings in Switzerland and other mountain regions: Late glacial through Holocene. En: FRENZEL, B. et al. (eds.), *Evaluation of climate proxy data in relation to the european Holocene*, 119-132. G.F. Verlag.
- KULLMAN, L.; 1988. Holocene history of the forest alpine tundra ecotone in the Scandes Mountains, central Sweden. *New phytologist* 108 (1).
- MANRIQUE MENÉNDEZ, E.; 1992a. Informatización de los Diagramas de Walter (Gausson) y la Taxonomía Fitoclimática de Allué Andrade 1990. *Montes*. 1º trimestre de 1992: 62-64
- MANRIQUE MENÉNDEZ, E.; 1992b. Nota informativa sobre automatización de sistemas fitoclimáticos. *Boletín Informativo del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales*. Nº 12: 3-7
- MANRIQUE MENÉNDEZ, E.; 1993. *Informatizaciones Climoal*. Madrid. Fundación Conde del Valle de Salazar: 97 p.
- MANRIQUE, E., FERNÁNDEZ CANCIO, A. & GÉNOVA, M.; 1993. Identificación de Cursos Fitoclimáticos Mediante Técnicas Dendrocronológicas en Navacerrada (Sistema Central). *Actas del Congreso Forestal Español Lourizan-1993 (Tomo I)*: 105-110.
- MANRIQUE MENÉNDEZ, E.; 1993. Informatización de sistemas fitoclimáticos. *Actas del Congreso Forestal Español Lourizan-1993 (Tomo I)*: 99-103.
- MANRIQUE MENÉNDEZ, E., FERNÁNDEZ MELÉNDEZ, J.A. & GRAU CORBÍ, J.M.; 1995. *Informatizaciones Climoal. Instrucciones de utilización de la versión de 1995*. Madrid. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid: 25 p.
- MANRIQUE MENÉNDEZ, E. & FERNÁNDEZ CANCIO, A.; 1995. El papel de la dendroclimatología en el estudio del cambio climático actual. *Actas del Seminario sobre Deterioro de los Montes y Cambio Climático*. Madrid: 15-31
- MAGNY, M.; 1995. *Une histoire du Climat*. Ed. Errance. Paris.
- PÉREZ ANTELO, A.; 1993. Análisis de una cronología de *Castanea sativa* Mill. obtenida



en la Finca del Val de Fernando (Lalín-Pontevedra). Comparación con otras cronologías gallegas de *Quercus* sp. *I Congreso Forestal Español*, I: 111-116. Lourizán (Pontevedra).

PÉREZ ANTELO, A.; 1993. Dendrocronología de *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Q.pyrenaica* Willd., *Q.robur* L., sus nothotaxones y *Castanea sativa* Miller en Galicia (España). Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid. 483 p. (inédita).

PÉREZ ANTELO, A. & FERNÁNDEZ CANCIO, A. ; 1992. A dendrochronology of *Pinus pinea* Aiton in Central Spain. *Lundqua Report*, 34: 374. Lund.

RICHTER, K. & RODRIGUEZ TROBAJO, E.; 1986. El banco de datos dendrocronológico para la Península Ibérica. *Koiné*, 1: 66-77.

SCHWEINGRUBER, H.F.; 1988. *Tree Rings: Basics and Applications of dendrochonology*.

Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

SERRE-BACHET, F.; 1991. Tree Rings in the Mediterranean Area. En: FRENZEL, B. et al. (eds.), *Evaluation of climate proxy data in relation to the european Holocene*, 1-20. G.F. Verlag.

STABLE, D.W., CLEAVELAND, M.K. & HEHR, J.G.; 1985. A 450-year drought reconstruction for Arkansas, United States. *Nature*, 316: 530-532.

WALTER, H.; 1966. *Klimodiagramm Weltatlas*. Fisher E. Viena

WALTER, H.; 1977. *Zonas de Vegetación y Clima*. Omega. Barcelona: 245 p.

YUSTE HEREDERO, I.; 1994. *Estudio dendrocronológico de Pinus sylvestris L. en el monte nº del CUP de los de Segovia, Pinar de Navafría*. Trabajo Fin de Carrera, EUIT Forestal. Madrid. (inédito).