

DISPONIBILIDADES TÉRMICAS PARA LOS CULTIVOS EN EL FONDO DE LA DEPRESIÓN DE SARIÑENA*

Alberto MARTÍ EZPELETA**

RESUMEN.—El fondo de la depresión de Sariñena está ocupado en su mayor parte por los nuevos regadíos de Monegros I. Tanto los cultivos que en ellos se desarrollan como las nuevas especies y variedades que podrían introducirse presentan unas necesidades térmicas para su óptimo crecimiento. Para conocer la potencialidad térmica de la zona de estudio, así como la disponibilidad de calor y de frío que los cultivos pueden tener en ella, se analiza con detalle el ritmo de las temperaturas máximas y mínimas diarias a lo largo del año, calculando su intensidad, frecuencia y probabilidad de ocurrencia. Asimismo, se estima la acumulación máxima, media y mínima de grados-día y de horas-frío dentro del año agrícola.

ABSTRACT.—The bottom of the Sariñena hallow is occupied by the new irrigated land of Monegros I. All crops that growth here and the new species and varieties that could be introduced are some thermal necessities to their very good growth. To know the thermal potenciality of that area and his resources of cold and frost it is analyzed the rhythm of the maximum and minimum daily temperatures along the year, knowing their intensity, frequency and probability. Also is calculated the maximum, mean and minimum acumulation of degree days and chilling hours.

KEY WORDS.—Thermal resources, temperature, degree days, chilling hours, Sariñena hallow.

* Este estudio es continuación del trabajo realizado por MARTÍ (1992) y financiado mediante una ayuda del I.E.A.

** Departamento de Geografía. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Santiago de Compostela. 15703 SANTIAGO (LA CORUÑA).

INTRODUCCIÓN

La temperatura es, sin duda, el más decisivo entre los elementos climáticos para el desarrollo y la distribución espacial de las especies vegetales. Los umbrales térmicos dirigen el ritmo anual de la actividad biológica y se constituyen en auténtico factor limitante cuando sobrepasan ciertos valores, distintos para cada especie vegetal.

La temperatura condiciona el hecho de que un cultivo pueda o no desarrollarse en un territorio. Además, interviene en el proceso vegetativo de las plantas, ya que el crecimiento de los cultivos es el resultado de los múltiples efectos que ejercen las variaciones de temperatura sobre las funciones de la planta, tales como la respiración, la transpiración o la fotosíntesis.

Cada una de las fases en que se divide el ciclo vegetativo de los cultivos requiere unas condiciones de temperatura óptimas en las cuales la planta se desarrolla con mayor rapidez. Además, el hecho de que la planta pase de una fase a la siguiente se debe a que se dan unas temperaturas determinadas.

Para llegar a la plenitud de desarrollo una especie vegetal precisa acumular diariamente una cantidad determinada de temperatura o grados-día. El hecho de que la planta presente unas necesidades térmicas específicas para completar su ciclo vital es algo que ya explicó Reaumur en 1735 (LORENZETTI y PANDOLFI, 1987), pero es a comienzos del siglo XX cuando se utiliza el concepto de suma térmica. Este considera la contribución diaria de temperatura en las diversas fases y períodos de desarrollo como expresión de una necesidad térmica constante para cada especie, independientemente del lugar de cultivo.

Muchos vegetales necesitan, además, pasar un período mayor o menor de tiempo durante el cual las temperaturas deben bajar de un cierto umbral; estas necesidades son también diferentes para cada tipo de planta y se manifiestan en dos fenómenos: uno es la llamada vernalización, que es el proceso necesario en muchas especies para florecer normalmente; el otro es el de la parada de crecimiento vegetativo o de reposo invernal, que se produce en la mayoría de los vegetales de nuestra región y cuyo levantamiento está condicionado, en muchos casos, a que se satisfagan unos ciertos requerimientos de temperatura inferior a un valor determinado.

Así, por ejemplo, la mayoría de los árboles frutales necesitan pasar un período con temperaturas bajas para salir del reposo invernal y para inducir su floración, ya que se han comprobado retrasos en ella cuando las necesidades de frío

no han sido suficientemente satisfechas (TABUENCA, 1975). Pero las plantas leñosas no son las únicas que requieren de bajas temperaturas para el levantamiento del reposo invernal, sino que también muchos bulbos, rizomas o tubérculos se ven afectados por estos requerimientos.

A la duración media específica del reposo de una determinada especie o variedad se le conoce como sus «necesidades de frío», que vienen cuantificadas por el número de horas que se han producido durante el reposo invernal por debajo de una temperatura umbral. A estas horas es a las que denominamos horas-frío.

En el presente trabajo se van a analizar las disponibilidades térmicas de las tierras situadas en el fondo de la depresión de Sariñena, incluidas en su mayor parte en el área de riegos de Monegros I. La depresión de Sariñena está sobreexcavada al sur del Somontano oscense barbastrino, hallándose poco individualizada respecto a la depresión de Almodívar, con la que enlaza por el noroeste a través de Tardienta. Se alarga unos 60 km en dirección NO-SE y queda bloqueada hacia el sur por la sierra de Alcubierre, que resalta entre 400 y 600 m sobre el fondo de la misma. Desde el punto de vista geomorfológico el rasgo más característico es el modelado en glaciares y en terrazas fluviales, formas que dan origen a plataformas detríticas ligeramente inclinadas hacia los ejes fluviales de los ríos Alcanadre y Flumen que atraviesan la depresión.

Para conocer el potencial térmico de estas tierras monegrinas hemos analizado con detalle el ritmo de las temperaturas máximas y mínimas diarias a lo largo del año, centrándonos en su intensidad, frecuencia y probabilidad de aparición. De esta forma podremos conocer los límites entre los que se mueven las temperaturas en la zona de estudio así como los niveles térmicos más frecuentes a lo largo del año. El cálculo de la integral térmica para diferentes cultivos, así como de la acumulación de horas-frío, serán también necesarios para conocer la disponibilidad de calor y de frío que los cultivos requieren para su óptimo desarrollo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como base de nuestro análisis se han utilizado los datos recogidos en el observatorio de Sariñena durante una serie de 30 años comprendida entre 1961 y 1990 (Centro Meteorológico del Ebro). Dicho observatorio está situado a 281 m de altitud, en el interfluvio de los ríos Flumen y Alcanadre, y sus datos definen muy bien las condiciones térmicas del área de riegos de Monegros I que se

extiende por el fondo de la depresión de Sariñena, caracterizada por una gran homogeneidad topográfica.

Para llevar a cabo el tratamiento estadístico de los datos diarios se han utilizado intervalos de tiempo inferiores al mes: la péntada (período de cinco días) y la década (período de diez días). Ello nos ha permitido alcanzar un gran detalle en el conocimiento de las variaciones de estas variables a lo largo del año, que en un estudio de tipo agroclimático pueden ser esenciales y que quedan diluidas muchas veces al utilizar períodos más amplios.

En primer lugar, para conocer con detalle el régimen de las temperaturas a lo largo del año así como los niveles térmicos más usuales en cada una de las 73 péntadas, se ha realizado una distribución de frecuencias pentádica de las temperaturas máximas y mínimas por intervalos de intensidad.

A continuación, para establecer los límites entre los que oscilan las temperaturas en los distintos momentos del año así como la probabilidad de ocurrencia de ciertos niveles térmicos, se han calculado los valores térmicos máximos y mínimos que no podrán superarse con varios niveles de probabilidad. El método empleado ha sido el modelo probabilístico de BAIER y RUSSELO (1968), utilizado ampliamente en los estudios de Ecología y Climatología agrarias desarrollados en Italia (PANDOLFI y PITZALIS, 1977; PITZALIS, 1978; LORENZETTI y NARDI, 1986) y más recientemente en la comarca de los Monegros (MARTÍ, 1993). Dicho método está basado en el cálculo de los parámetros a y b de la siguiente regresión:

$$y = a + b\partial$$

siendo y = valor de la temperatura.

∂ = valor de la desviación estándar normal correspondiente a la frecuencia acumulada porcentual.

a = valor medio de la serie térmica analizada.

b = desviación estándar de la serie.

Los valores térmicos que no pueden ser superados con varios niveles de probabilidad se obtienen sustituyendo ∂ por los valores de desviación estándar normal correspondientes a cada uno de los niveles porcentuales utilizados.

Respecto a la suma de temperaturas requerida por los cultivos, se le han adjudicado diversos nombres tales como integral térmica, días-grado, grados-día, temperatura acumulada, constante térmica, etc. Y muchos han sido también los métodos propuestos para su cálculo (GILMORE y ROGERS, 1958; NEWMAN, 1968; BROWN, 1969; MONOTTI, 1977). La O.M.M., en la Guía de Prácticas de Meteorología Agrícola (1982), indica que la temperatura acumulada se obtiene

restando a la temperatura media un umbral o base determinado (el cero de crecimiento de cada cultivo) y sumando todos los valores positivos obtenidos. Este es el método que se ha utilizado en este trabajo, empleado ya por GARCÍA SANJUÁN (1974) o por LÓPEZ BONILLO (1988) en Murcia y Tarragona respectivamente.

Para el cálculo de la integral térmica en Sariñena se tomaron las temperaturas medias decádicas en los años agrícolas (noviembre-octubre) desde 1961 hasta 1990. Los umbrales térmicos elegidos han sido 0°, 5°, 10° y 15°, con los que se facilitan mucho los cálculos ya que entre ellos quedan incluidos los valores térmicos que constituyen el cero de crecimiento de los principales cultivos de la zona de estudio, es decir, el umbral de temperatura por debajo del cual la actividad de la planta se paraliza:

Cero de crecimiento de diferentes cultivos:

Trigo y cebada	4°
Maíz	10°
Sorgo	10°
Arroz	10°
Alfalfa	9°
Girasol	5°
Soja	5°
Olivo y vid	10°

De esta manera, a las temperaturas medias decádicas se les ha restado el umbral térmico correspondiente y multiplicado el resultado por el número de días de la década, que puede variar entre 8 y 11. Para cada año agrícola de la serie y para los cuatro umbrales elegidos se han sumado acumulativamente todos los valores decádicos obtenidos. De esta forma se ha podido conocer la integral térmica anual media, así como la máxima y la mínima de la serie analizada.

Por último, para obtener el número de horas-frío acumuladas en la zona de estudio era necesario primero establecer el umbral térmico por debajo del cual la planta comienza a almacenarlas. Esta temperatura umbral es variable para las diferentes especies y diversos autores han trabajado con valores entre 4° y 12°. Casi todos los trabajos modernos al respecto usan como umbral la temperatura de 7°, que hoy se considera a todos los efectos como un valor fijo en la determinación de horas-frío (WEINBERGER, 1956; ARON, 1983; CASTELLÓ, 1984; GIL-ALBERT, 1986; PITZALIS, 1987), por lo que tomaremos este valor como temperatura umbral en nuestro análisis.

La duración del período de reposo es otro de los aspectos que es preciso determinar. Aunque normalmente este empieza algún tiempo antes de la caída de la hoja, se considera que es este el momento a partir del cual comienzan a acumularse las horas-frío. Sin embargo, el final de esta acumulación es más difícil de precisar, ya que cuando el desborre de las yemas comienza a apreciarse visualmente puede hacer varios días que el reposo real ha terminado. En los trabajos al respecto se suele tomar como fecha límite entre el 1 de febrero en las zonas templado-cálidas y el 1 de marzo en las zonas templadas más frías por su carácter continental (GIL-ALBERT, 1986). En el caso de la depresión de Sariñena, caracterizada por un clima templado con matiz continental, tomaremos la fecha del 1 de marzo como final de la acumulación de frío y, así, el período para el que calcularemos el número de horas con temperaturas por debajo de 7° será el comprendido entre el comienzo de octubre y el final de febrero.

El problema se presenta al intentar la evaluación de estos períodos fríos, ya que el observatorio de Sariñena no posee termógrafo que registre con exactitud el número total de horas por debajo de un determinado umbral. Se hace, pues, necesario deducir algún método que permita el cálculo de las horas-frío acumuladas partiendo de las temperaturas medias. La correlación más simple, aunque también la más inexacta, es la de WEINBERGER (1956). Otro método de cálculo muy frecuente es el basado en la correlación de MOTA, en el que el número mensual de horas-frío se determina por la fórmula:

$$y = 485,1 - 28,5 x$$

donde y = número mensual de horas $< 7^{\circ}$

x = temperatura media mensual

TABUENCA (1964, 1975), en sus numerosos trabajos sobre árboles frutales en la Estación Experimental de Aula Dei de Zaragoza, adaptó esta correlación a los datos del valle del Ebro y obtuvo la fórmula siguiente:

$$y = 700,4 - 48,6 x$$

En el cálculo, cuando en un mes el valor de y resulta negativo, la acumulación de horas-frío se considera interrumpida.

Así pues, en nuestro trabajo hemos seguido la fórmula de MOTA adaptada al valle del Ebro por TABUENCA y la hemos aplicado a la misma serie utilizada para el cálculo de la integral térmica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución de frecuencias pentádicas de las temperaturas máximas y mínimas diarias registradas en Sariñena queda recogida en las figuras 1 y 2. La frecuencia de aparición de cada intervalo de temperatura viene dada por cuatro tipos de trama; cuanto más oscura sea, mayor será la frecuencia de aparición del nivel térmico correspondiente, como indica la leyenda de las figuras. Estos gráficos proporcionan de forma detallada una completa información acerca del régimen térmico a lo largo del año, así como de las temperaturas más probables en cada una de las péntadas.

Respecto a las temperaturas máximas (figura 1), la amplitud alcanzada en las tierras llanas de la depresión de Sariñena es muy elevada, tanto a nivel anual como a nivel pentádico. Se registran temperaturas máximas en torno a los 0° en los primeros días de enero o en la segunda quincena de diciembre; frente a estas temperaturas tan bajas se alcanzan con frecuencia temperaturas superiores a 36° en la segunda mitad de julio y primera de agosto. De esta manera se registran amplitudes anuales de 40° .

La péntadas de primavera y verano son las que presentan la mayor variabilidad, con amplitudes interanuales que pueden alcanzar los 24° en el mes de junio. Durante este mes pueden registrarse en una misma péntada temperaturas máximas entre 18° y 42° . Por el contrario, la mayor regularidad térmica se presenta a finales de diciembre y comienzos de enero, con amplitudes pentádicas de 18° y cuyos límites se sitúan entre los 0° y los 18° .

Estos límites pentádicos van incrementándose conforme transcurren las péntadas desde comienzos de año hasta el mes de julio, durante el que se mantienen relativamente constantes para volver a descender a partir de mediados de agosto. Los límites externos de cada péntada aparecen generalmente con frecuencias de aparición muy bajas, inferiores al 5%; a medida que cada intervalo de temperatura se aproxima al centro de la serie pentádica su frecuencia de aparición aumenta, por lo que las temperaturas con mayor probabilidad de ocurrencia quedan más agrupadas a lo largo del año y con una variabilidad menor (tramas más oscuras); esta se incrementa al considerar los valores que una vez cada cinco o más años tienen lugar durante una péntada determinada.

A diferencia de las máximas, las temperaturas mínimas (Fig. 2) registran una menor amplitud, tanto anual como pentádica. La curva que dibujan los gráficos es mucho menos cerrada, lo que implica, como decimos, una menor oscilación térmica entre los meses fríos y cálidos. Las temperaturas mínimas

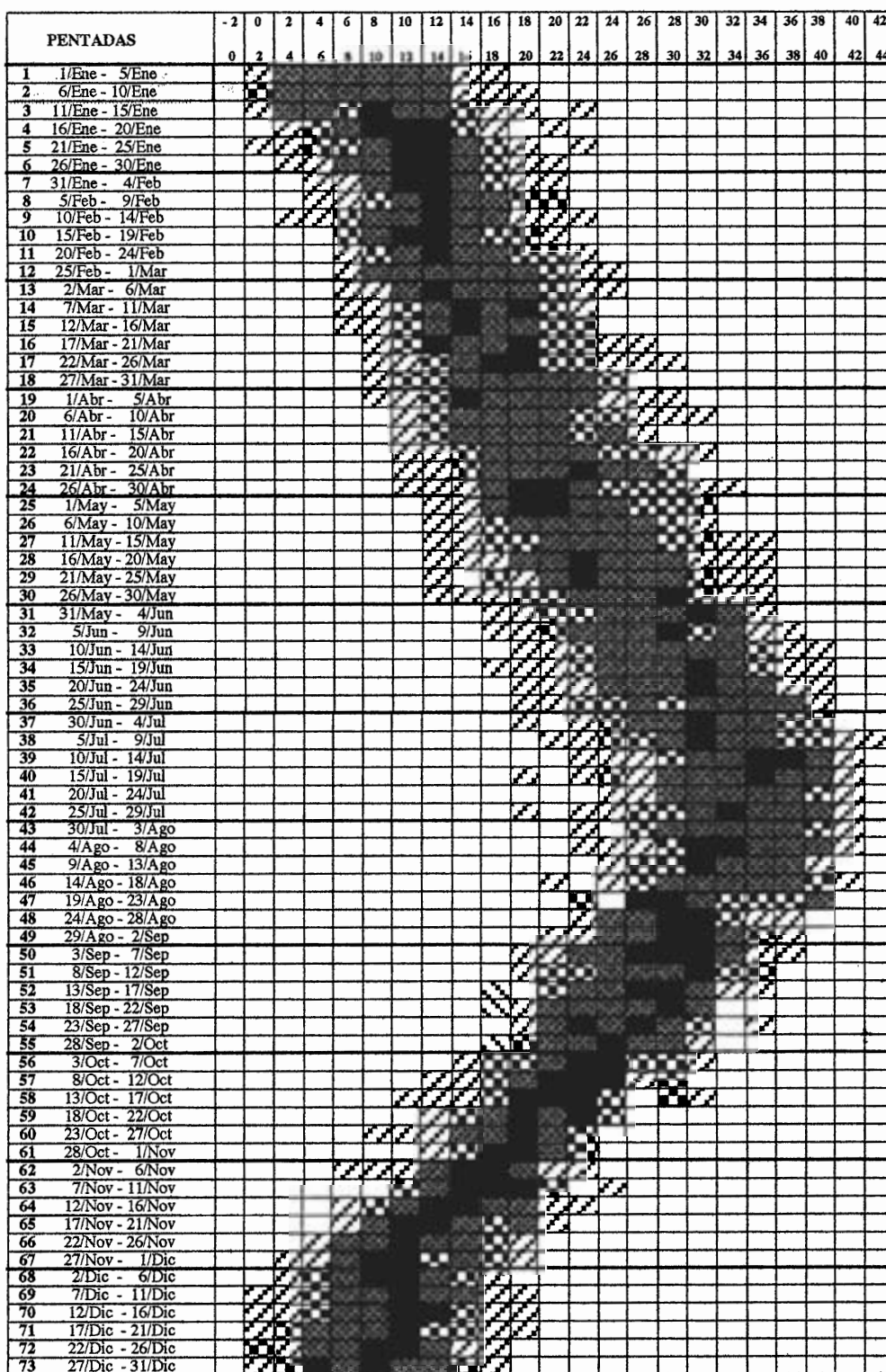


Fig. 1. Distribución de frecuencias pentádicas de las temperaturas máximas diarias registradas en Sariñena.

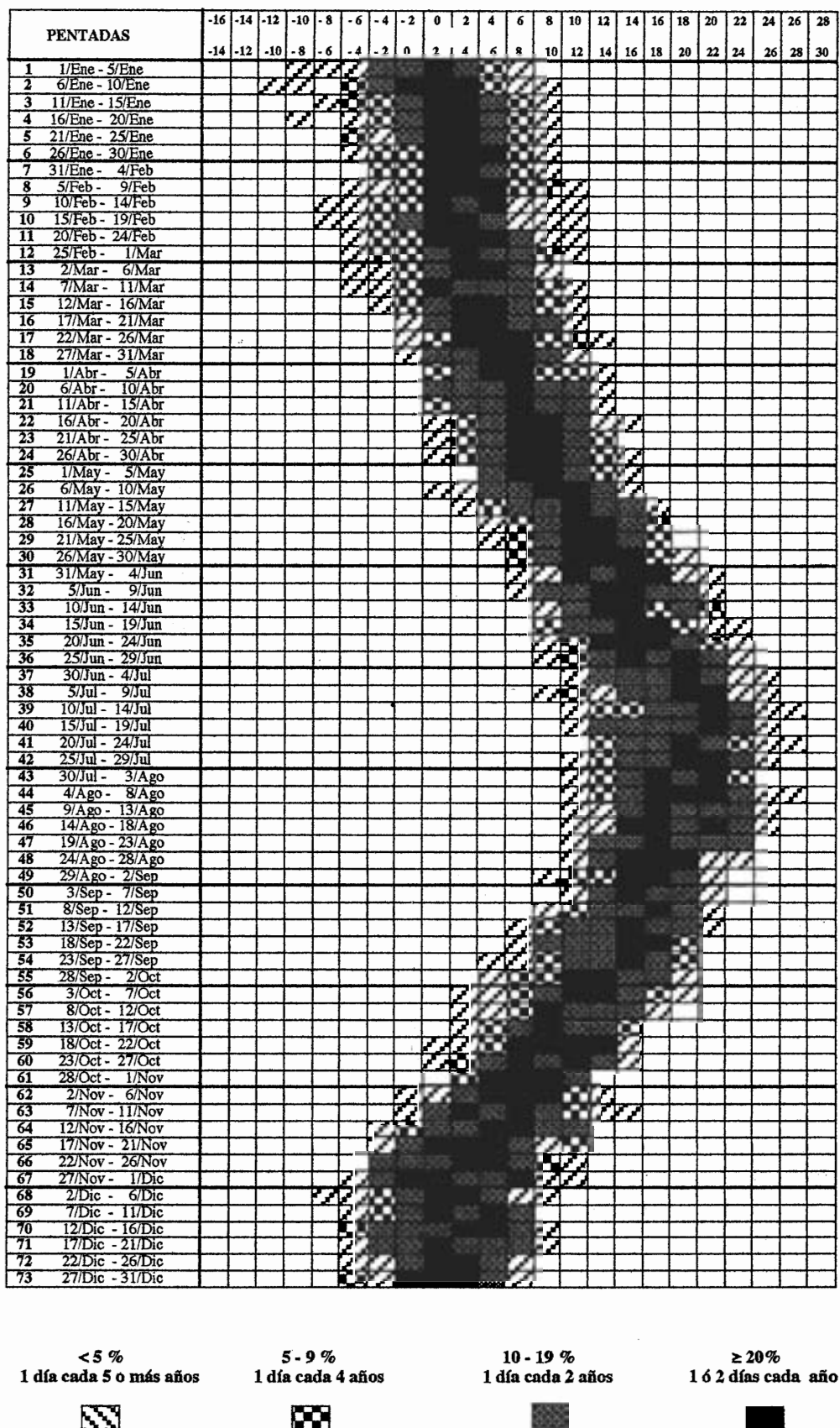


Fig. 2. Distribución de frecuencias pentádicas de las temperaturas mínimas diarias registradas en Sariñena.

más bajas, registradas a comienzos de enero, alcanzan valores entre -10° y -12° , mientras que las mínimas más altas, registradas principalmente durante el mes de julio, superan en alguna ocasión los 26° . Así resultan amplitudes anuales de 38° .

Otra característica que diferencia las temperaturas mínimas de las máximas es que estas últimas presentan una mayor variabilidad durante los meses invernales, mientras que en la primavera y el verano las temperaturas mínimas son más regulares, lo contrario que ocurría con las máximas. Así encontramos que durante las primeras pentadas de enero tienen lugar temperaturas entre -10° y 10° , con una amplitud de 20° . En las pentadas de julio, en las que se registran las mínimas más altas, los límites entre los que se mueven están en torno a 10° - 12° y a 26° - 28° , lo que constituye una amplitud térmica de 16° .

Otro hecho que se deduce de la observación de las figuras es la diferente evolución que experimentan las temperaturas mínimas en comparación con las temperaturas máximas. Mientras estas presentan un progresivo y lento incremento desde los primeros días de enero hasta alcanzar los máximos de julio, las temperaturas mínimas mantienen un nivel térmico comprendido entre 0° y 6° relativamente constante hasta comienzos de abril, que es cuando las mínimas empiezan a incrementarse lentamente. El descenso de las temperaturas máximas a partir de mediados de agosto se realiza de forma brusca y continuada hasta comienzos de noviembre; de nuevo se vuelve a observar cómo las temperaturas mínimas se mantienen con una mayor frecuencia entre los 0° y los 6° hasta final de año.

Los resultados de aplicar el modelo probabilístico de BAIER y RUSSELO a las temperaturas diarias se muestran en las tablas I y II, donde aparecen reflejados los valores térmicos pentádicos de las máximas y de las mínimas que no serán superados para 21 niveles de probabilidad, desde el 1% hasta el 99%. En las figuras 3 y 4 hemos tratado de sintetizar esta densa información de manera que pueda ser percibida más rápidamente. No se han representado los 21 grados de probabilidad calculados sino tan sólo 9 de ellos, dejando además fuera los extremos (1% y 99%).

En estos gráficos se comprueba claramente la variabilidad interanual de las temperaturas. Normalmente se considera la temperatura como un parámetro climático muy regular que sufre pocas oscilaciones interanuales, especialmente las temperaturas medias, a diferencia de otros parámetros como las precipitaciones, caracterizadas por una importante variabilidad, sobre todo en climas como el

PÉNTADA	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%
1/I-5/I	-4,88	1,99	3,29	4,15	4,87	5,48	6,02	6,49	7,0	7,43	7,9	8,36	8,8	9,30	9,77	10,3	10,9	11,6	12,5	13,8	16,2
6/I-10/I	-2,01	,948	2,49	3,52	4,38	5,11	5,76	6,32	6,92	7,44	8,0	8,55	9,07	9,67	10,2	10,8	11,6	12,4	13,5	15,0	18,0
11/I-15/I	-1,51	1,44	2,99	4,02	4,88	5,61	6,26	6,82	7,42	7,94	8,5	9,05	9,57	10,1	10,7	11,3	12,1	12,9	14,0	15,5	18,5
16/I-20/I	1,51	3,99	5,29	6,15	6,87	7,48	8,02	8,49	9,0	9,43	9,9	10,3	10,8	11,3	11,7	12,3	12,9	13,6	14,5	15,8	18,2
21/I-25/I	2,97	5,32	6,54	7,36	8,04	8,62	9,13	9,57	10,0	10,4	10,9	11,3	11,7	12,2	12,6	13,1	13,7	14,4	15,2	16,4	18,8
26/I-30/I	3,34	5,76	7,02	7,86	8,56	9,15	9,68	10,1	10,6	11,0	11,5	11,9	12,3	12,8	13,3	13,8	14,4	15,1	15,9	17,2	19,6
31/I-4/II	5,14	7,14	8,18	8,88	9,46	9,95	10,3	10,7	11,1	11,5	11,9	12,2	12,6	13,0	13,4	13,8	14,3	14,9	15,6	16,6	18,6
5/II-9/II	4,54	7,16	8,53	9,44	10,2	10,8	11,4	11,9	12,4	12,9	13,4	13,8	14,3	14,8	15,3	15,9	16,5	17,3	18,2	19,6	22,2
10/II-14/II	3,17	5,73	7,06	7,95	8,69	9,32	9,87	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,9	15,6	16,5	17,8	20,4
15/II-19/II	4,54	6,96	8,22	9,06	9,76	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,7	13,1	13,5	14,0	14,5	15,0	15,6	16,3	17,1	18,4	20,8
20/II-24/II	6,01	8,28	9,47	10,2	10,9	11,4	11,9	12,4	12,8	13,2	13,7	14,1	14,5	14,9	15,4	15,9	16,4	17,1	17,9	19,1	21,3
25/II-1/III	5,21	7,90	9,30	10,2	11,0	11,6	12,2	12,7	13,3	13,7	14,3	14,8	15,2	15,8	16,3	16,9	17,5	18,3	19,2	20,6	23,3
2/III-6/III	6,01	8,70	10,1	11,0	11,8	12,4	13,0	13,5	14,1	14,5	15,1	15,6	16,0	16,6	17,1	17,7	18,3	19,1	20,0	21,4	24,1
7/III-11/III	7,67	10,0	11,2	12,0	12,7	13,3	13,8	14,2	14,7	15,1	15,6	16,0	16,4	16,9	17,3	17,8	18,4	19,1	19,9	21,1	23,5
12/III-16/III	7,34	9,76	11,0	11,8	12,5	13,1	13,6	14,1	14,6	15,0	15,5	15,9	16,3	16,8	17,3	17,8	18,4	19,1	19,9	21,2	23,6
17/III-21/III	7,11	9,80	11,2	12,1	12,9	13,5	14,1	14,6	15,2	15,6	16,2	16,7	17,1	17,7	18,2	18,8	19,4	20,2	21,1	22,5	25,2
22/III-26/III	8,48	11,2	12,6	13,6	14,4	15,1	15,7	16,2	16,8	17,2	17,8	18,3	18,8	19,3	19,8	20,4	21,1	21,9	22,9	24,3	27,1
27/III-31/III	8,51	11,2	12,6	13,5	14,3	14,9	15,5	16,0	16,6	17,0	17,6	18,1	18,5	19,1	19,6	20,2	20,8	21,6	22,5	23,9	26,6
1/IV-5/IV	7,71	10,6	12,1	13,1	13,9	14,6	15,3	15,8	16,4	16,9	17,5	18,0	18,5	19,1	19,6	20,3	21,0	21,8	22,8	24,3	27,2
6/IV-10/IV	8,38	11,3	12,8	13,9	14,7	15,5	16,1	16,7	17,3	17,8	18,4	18,9	19,4	20,0	20,6	21,2	22,0	22,8	23,9	25,4	28,4
11/IV-15/IV	9,61	12,3	13,7	14,6	15,4	16,0	16,6	17,1	17,7	18,1	18,7	19,2	19,6	20,2	20,7	21,3	21,9	22,7	23,6	25,0	27,7
16/IV-20/IV	11,3	14,0	15,4	16,3	17,1	17,7	18,3	18,8	19,4	19,8	20,4	20,9	21,3	21,9	22,4	23,0	23,6	24,4	25,3	26,7	29,4
21/IV-25/IV	10,3	13,3	14,9	16,0	16,9	17,6	18,3	18,8	19,5	20,0	20,6	21,1	21,7	22,3	22,8	23,5	24,2	25,1	26,2	27,8	30,8
26/IV-30/IV	10,7	13,6	15,1	16,1	16,9	17,6	18,3	18,8	19,4	19,9	20,5	21,0	21,5	22,1	22,6	23,3	24,0	24,8	25,8	27,3	30,2
1/V-5/V	12,2	15,0	16,4	17,4	18,2	18,9	19,5	20,0	20,6	21,0	21,6	22,1	22,6	23,1	23,6	24,2	24,9	25,7	26,7	28,1	30,9
6/V-10/V	12,9	15,7	17,1	18,1	18,9	19,6	20,2	20,7	21,3	21,7	22,3	22,8	23,3	23,8	24,3	24,9	25,6	26,4	27,4	28,8	31,6
11/V-15/V	11,9	15,3	17,1	18,3	19,2	20,1	20,8	21,4	22,1	22,7	23,4	24,0	24,6	25,3	25,9	26,6	27,5	28,4	29,6	31,4	34,8
16/V-20/V	12,8	16,0	17,7	18,8	19,7	20,5	21,2	21,8	22,4	23,0	23,6	24,1	24,7	25,3	25,9	26,6	27,4	28,3	29,4	31,1	34,3
21/V-25/V	15,1	18,0	19,5	20,5	21,3	22,0	22,7	23,2	23,8	24,3	24,9	25,4	25,9	26,5	27,0	27,7	28,4	29,2	30,2	31,7	34,6
26/V-30/V	14,9	17,9	19,4	20,5	21,3	22,1	22,7	23,3	23,9	24,4	25,0	25,5	26,0	26,6	27,2	27,8	28,6	29,4	30,5	32,0	35,0
31/V-4/VI	18,5	21,1	22,5	23,4	24,2	24,8	25,4	25,9	26,4	26,9	27,4	27,8	28,3	28,8	29,3	29,9	30,5	31,3	32,2	33,6	36,2
5/VI-9/VI	18,4	21,0	22,3	23,2	23,9	24,6	25,1	25,6	26,1	26,6	27,1	27,5	28,0	28,5	29,0	29,5	30,2	30,9	31,8	33,1	35,7
10/VI-14/VI	16,6	20,0	21,7	22,9	23,9	24,7	25,4	26,1	26,7	27,3	28,0	28,6	29,2	29,8	30,5	31,2	32,0	33,0	34,2	35,9	39,3
15/VI-19/VI	20,1	22,8	24,2	25,1	25,9	26,5	27,1	27,6	28,2	28,6	29,2	29,7	30,1	30,7	31,2	31,8	32,4	33,2	34,1	35,5	38,2
20/VI-24/VI	20,1	22,9	24,4	25,4	26,2	26,9	27,5	28,1	28,6	29,1	29,7	30,2	30,7	31,2	31,8	32,4	33,1	33,9	34,9	36,4	39,2
25/VI-29/VI	19,3	22,5	24,2	25,3	26,3	27,1	27,8	28,4	29,1	29,6	30,3	30,9	31,4	32,1	32,7	33,4	34,2	35,2	36,3	38,0	41,2
30/VI-4/VII	20,5	23,5	25,1	26,2	27,1	27,8	28,5	29,0	29,7	30,2	30,8	31,3	31,9	32,5	33,0	33,7	34,4	35,3	36,4	38,0	41,0
5/VII-9/VII	22,1	25,0	26,5	27,5	28,3	29,0	29,7	30,2	30,8	31,3	31,9	32,4	32,9	33,5	34,0	34,7	35,4	36,2	37,2	38,7	41,6
10/VII-14/VII	23,6	26,4	27,9	28,9	29,7	30,4	31,0	31,6	32,1	32,6	33,2	33,7	34,2	34,7	35,3	35,9	36,6	37,4	38,4	39,9	42,7
15/VII-19/VII	22,5	25,4	26,9	27,9	28,7	29,4	30,1	30,6	31,2	31,7	32,3	32,8	33,3	33,9	34,4	35,1	35,8	36,6	37,6	39,1	42,0
20/VII-24/VII	24,6	27,0	28,3	29,2	29,9	30,5	31,1	31,5	32,1	32,5	33,0	33,4	33,9	34,4	34,8	35,4	36,0	36,7	37,6	38,9	41,3
25/VII-29/VII	23,7	26,3	27,6	28,5	29,2	29,9	30,4	30,9	31,4	31,9	32,4	32,8	33,3	33,8	34,3	34,8	35,5	36,2	37,1	38,4	41,0
30/VII-3/VIII	23,1	25,8	27,2	28,1	28,9	29,5	30,1	30,6	31,2	31,6	32,2	32,7	33,1	33,7	34,2	34,8	35,4	36,2	37,1	38,5	41,2
4/VIII-8/VIII	24,9	27,3	28,6	29,5	30,2	30,8	31,4	31,8	32,4	32,8	33,3	33,7	34,2	34,7	35,1	35,7	36,3	37,0	37,9	39,2	41,6
9/VIII-13/VIII	25,6	27,6	28,6	29,3	29,9	30,4	30,8	31,2	31,6	32,0	32,4	32,7	33,1	33,5	33,9	34,3	34,8	35,4	36,1	37,1	39,1
14/VIII-18/VIII	23,7	26,1	27,4	28,2	28,9	29,5	30,0	30,5	31,0	31,4	31,9	32,3	32,7	33,2	33,7	34,2	34,8	35,5	36,3	37,6	40,0
19/VIII-23/VIII	21,1	24,1	25,6	26,7	27,5	28,3	28,9	29,5	30,1	30,6	31,2	31,7	32,2	32,8	33,4	34,0	34,8	35,6	36,7	38,2	41,2
24/VIII-28/VIII	22,7	24,5	25,4	26,0	26,6	27,0	27,4	27,7	28,1	28,4	28,8	29,1	29,4	29,8	30,1	30,5	30,9	31,5	32,1	33,0	34,8
29/VIII-2/IX	22,2	24,3	25,3	26,1	26,7	27,2	27,6	28,0	28,4	28,8	29,2	29,5	29,9	30,3	30,7	31,1	31,6	32,2	33,0	34,0	36,1
3/IX-7/IX	19,2	21,8	23,1	24,0	24,7	25,4	25,9	26,4	26,9	27,4	27,9	28,3	28,8	29,3	29,8	30,3	31,0	31,7	32,6	33,9	36,5
8/IX-12/IX	19,9	22,2	23,6	24,5	25,3	25,9	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	28,9	29,4	29,9	30,4	31,0	31,6	32,4	33,3	34,7	37,3
13/IX-17/IX	18,4	21,0	22,4	23,3	24,1	24,7	25,3	25,8	26,3	26,8	27,3	27,7	28,2	28,7	29,2	29,8	30,4	31,2	32,1	33,5	36,1
18/IX-22/IX	17,6	20,3	21,6	22,5	23,3	23,9	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	26,9	27,4	27,9	28,4	29,0	29,6	30,4	31,3	32,6	35,3
23/IX-27/IX	17,0	19,4	20,7	21,6	22,3	22,9	23,5	23,9	24,5	24,9	25,4	25,8	26,3	26,8	27,2	27,8	28,4	29,1	30,0	31,3	33,7
28/IX-2/X	17,5	19,5	20,6	21,3	21,9	22,4	22,9	23,3	23,7	24,1	24,5	24,8	25,2	25,6	26,0	26,5	27,0	27,6	28,3	29,4	31,4
3/X-7/X	15,3	17,6	18,8	19,6	20,2	20,8	21,3	21,7	22,2	22,6	23,1	23,5	23,9	24,4	24,8	25,3	25,9	26,5	27,3	28,5	30,8
8/X-12/X	14,0	16,4	17,6	18,5	19,1	19,7	20,3	20,7	21,2	21,6	22,1	22,5	22,9	23,4	23,8	24,4	25,0	25,6	26,5	27,7	30,1
13/X-17/X	13,3	15,7	17,0	17,8	18,5	19,1	19,6	20,1	20,6	21,0	21,5	21,9	22,3	22,8	23,3	23,8	24,4	25,1	25,9	27,2	29,6
18/X-22/X	13,2	15,0	16,0	16,6	17,2	17,6															

PÉNTADA	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%
1/I-5/I	-7,85	-5,64	-4,49	-3,72	-3,08	-2,54	-2,06	-1,64	-1,2	-816	-,4	,016	4	,848	1,26	1,74	2,28	2,92	3,69	4,84	7,05
6/I-10/I	-7,49	-5,28	-4,13	-3,36	-2,72	-2,18	-1,70	-1,28	-,84	-,456	-,04	,376	,76	1,20	1,62	2,10	2,64	3,28	4,05	5,20	7,41
11/I-15/I	-7,55	-5,14	-3,88	-3,04	-2,34	-1,74	-1,22	-,765	-,275	,145	,6	1,05	1,47	1,96	2,42	2,94	3,54	4,24	5,08	6,34	8,75
16/I-20/I	-6,62	-4,27	-3,05	-2,23	-1,55	-,978	-,468	-,026	,45	,858	1,3	1,74	2,15	2,62	3,06	3,57	4,15	4,83	5,65	6,87	9,22
21/I-25/I	-5,72	-3,58	-2,46	-1,72	-1,10	-,577	-,112	,291	,725	1,09	1,5	1,90	2,27	2,70	3,11	3,57	4,10	4,72	5,46	6,58	8,72
26/I-30/I	-4,58	-2,60	-1,57	-,884	-,310	,177	,607	,980	1,38	1,72	2,1	2,47	2,81	3,21	3,59	4,02	4,51	5,08	5,77	6,80	8,78
31/I-4/II	-4,85	-2,85	-1,81	-1,11	-,536	-,043	,392	,769	1,17	1,52	1,9	2,27	2,62	3,03	3,40	3,84	4,33	4,91	5,61	6,65	8,65
5/II-9/II	-4,25	-2,25	-1,21	-,516	,064	,557	,992	1,36	1,77	2,12	2,5	2,87	3,22	3,63	4,00	4,44	4,93	5,51	6,21	7,25	9,25
10/II-14/II	-7,58	-4,89	-3,49	-2,55	-1,77	-1,11	-,528	-,021	,525	,993	1,5	2,00	2,47	3,02	3,52	4,11	4,77	5,55	6,49	7,89	10,5
15/II-19/II	-6,28	-4,01	-2,82	-2,03	-1,37	-,811	-,316	,113	,575	,971	1,4	1,82	2,22	2,68	3,11	3,61	4,17	4,83	5,62	6,81	9,08
20/II-24/II	-4,49	-2,42	-1,34	-,62	-,02	,49	,94	1,33	1,75	2,11	2,5	2,89	3,25	3,67	4,06	4,51	5,02	5,62	6,34	7,42	9,49
25/II-1/III	-5,12	-2,77	-1,55	-,736	-,056	,522	1,03	1,47	1,95	2,35	2,8	3,24	3,65	4,12	4,56	5,07	5,65	6,33	7,15	8,37	10,7
2/III-6/III	-3,42	-1,49	-,484	,188	,748	1,22	1,64	2,00	2,4	2,73	3,1	3,46	3,8	4,19	4,55	4,97	5,45	6,01	6,68	7,69	9,62
7/III-11/III	-4,92	-2,57	-1,35	-,536	,144	,722	1,23	1,67	2,15	2,55	3,0	3,44	3,85	4,32	4,76	5,27	5,85	6,53	7,35	8,57	10,9
12/III-16/III	-3,62	-1,48	-,368	,376	,996	1,52	1,98	2,39	2,82	3,19	3,6	4,00	4,37	4,80	5,21	5,67	6,20	6,82	7,56	8,68	10,8
17/III-21/III	-2,02	-,178	,782	1,42	1,95	2,41	2,81	3,15	3,53	3,85	4,2	4,54	4,86	5,24	5,58	5,98	6,44	6,97	7,61	8,57	10,4
22/III-26/III	-1,19	,672	1,64	2,29	2,83	3,29	3,69	4,04	4,42	4,74	5,1	5,45	5,77	6,15	6,50	6,90	7,36	7,90	8,55	9,52	11,3
27/III-31/III	-1,62	,308	1,31	1,98	2,54	3,02	3,44	3,80	4,2	4,53	4,9	5,26	5,6	5,99	6,35	6,77	7,25	7,81	8,48	9,49	11,4
1/IV-5/IV	-,192	1,46	2,32	2,90	3,38	3,79	4,15	4,46	4,8	5,08	5,4	5,71	6,0	6,33	6,64	7,00	7,41	7,89	8,47	9,33	10,9
6/IV-10/IV	-1,32	,816	1,93	2,67	3,29	3,82	4,28	4,69	5,12	5,49	5,9	6,30	6,67	7,10	7,51	7,97	8,50	9,12	9,86	10,9	13,1
11/IV-15/IV	-,703	1,31	2,36	3,06	3,64	4,14	4,58	4,96	5,37	5,72	6,1	6,47	6,83	7,23	7,61	8,05	8,55	9,13	9,83	10,8	12,9
16/IV-20/IV	,715	2,60	3,59	4,25	4,79	5,26	5,67	6,03	6,41	6,74	7,1	7,45	7,78	8,16	8,52	8,93	9,40	9,94	10,6	11,5	13,4
21/IV-25/IV	1,12	2,95	3,90	4,54	5,07	5,52	5,92	6,26	6,63	6,95	7,3	7,64	7,96	8,33	8,67	9,07	9,52	10,0	10,6	11,6	13,4
26/IV-30/IV	,41	2,48	3,56	4,28	4,88	5,39	5,84	6,23	6,65	7,01	7,4	7,79	8,15	8,57	8,96	9,41	9,92	10,5	11,2	12,3	14,3
1/V-5/V	2,74	4,32	5,15	5,70	6,16	6,55	6,90	7,20	7,52	7,80	8,1	8,39	8,67	8,99	9,29	9,64	10,0	10,4	11,0	11,8	13,4
6/V-10/V	1,32	3,36	4,42	5,13	5,72	6,22	6,66	7,04	7,46	7,81	8,2	8,58	8,93	9,35	9,73	10,1	10,6	11,2	11,9	13,0	15,0
11/V-15/V	2,51	4,78	5,97	6,76	7,42	7,98	8,48	8,91	9,37	9,77	10,2	10,6	11,0	11,4	11,9	12,4	12,9	13,6	14,4	15,6	17,8
16/V-20/V	4,14	6,14	7,18	7,88	8,46	8,95	9,39	9,76	10,1	10,5	10,9	11,2	11,6	12,0	12,4	12,8	13,3	13,9	14,6	15,6	17,6
21/V-25/V	5,24	7,03	7,97	8,59	9,11	9,55	9,94	10,2	10,6	10,9	11,3	11,6	11,9	12,3	12,6	13,0	13,4	14,0	14,6	15,5	17,3
26/V-30/V	5,40	7,27	8,24	8,89	9,43	9,89	10,2	10,6	11,0	11,3	11,7	12,0	12,3	12,7	13,1	13,5	13,9	14,5	15,1	16,1	17,9
31/V-4/VI	7,30	9,17	10,1	10,7	11,3	11,7	12,1	12,5	12,9	13,2	13,6	13,9	14,2	14,6	15,0	15,4	15,8	16,4	17,0	18,0	19,8
5/VI-9/VI	6,24	8,45	9,60	10,3	11,0	11,5	12,0	12,4	12,9	13,2	13,7	14,1	14,5	14,9	15,3	15,8	16,3	17,0	17,7	18,9	21,1
10/VI-14/VI	6,74	8,95	10,1	10,8	11,5	12,0	12,5	12,9	13,4	13,7	14,2	14,6	15,0	15,4	15,8	16,3	16,8	17,5	18,2	19,4	21,6
15/VI-19/VI	7,14	9,35	10,5	11,2	11,9	12,4	12,9	13,3	13,8	14,1	14,6	15,0	15,4	15,8	16,2	16,7	17,2	17,9	18,6	19,8	22,0
20/VI-24/VI	8,67	10,6	11,6	12,2	12,8	13,3	13,7	14,1	14,5	14,8	15,2	15,5	15,9	16,2	16,6	17,0	17,5	18,1	18,7	19,7	21,7
25/VI-29/VI	8,61	10,8	12,0	12,8	13,5	14,0	14,5	15,0	15,4	15,8	16,3	16,7	17,1	17,5	18,0	18,5	19,0	19,7	20,5	21,7	23,9
30/VI-4/VII	8,94	11,1	12,3	13,0	13,7	14,2	14,7	15,1	15,6	15,9	16,4	16,8	17,2	17,6	18,0	18,5	19,0	19,7	20,4	21,6	23,8
5/VII-9/VII	10,1	12,3	13,4	14,2	14,8	15,3	15,8	16,2	16,7	17,0	17,5	17,9	18,2	18,7	19,1	19,6	20,1	20,7	21,5	22,6	24,8
10/VII-14/VII	10,8	13,2	14,4	15,2	15,9	16,5	17,0	17,4	17,9	18,3	18,8	19,2	19,6	20,1	20,5	21,0	21,6	22,3	23,1	24,3	26,7
15/VII-19/VII	13,0	12,5	13,7	14,5	15,2	15,7	16,2	16,7	17,1	17,5	18,0	18,4	18,8	19,2	19,7	20,2	20,7	21,4	22,2	23,4	25,6
20/VII-24/VII	11,6	13,5	14,6	15,2	15,8	16,3	16,7	17,1	17,4	17,8	18,2	18,5	18,9	19,2	19,6	20,0	20,5	21,1	21,7	22,8	24,7
25/VII-29/VII	11,8	13,8	14,8	15,4	16,0	16,5	16,9	17,3	17,7	18,0	18,4	18,7	19,1	19,4	19,8	20,2	20,7	21,3	21,9	22,9	24,9
30/VII-3/VIII	10,3	12,5	13,7	14,5	15,2	15,7	16,2	16,7	17,1	17,5	18,0	18,4	18,8	19,2	19,7	20,2	20,7	21,4	22,2	23,4	25,6
4/VIII-8/VIII	10,7	12,9	14,1	14,9	15,6	16,1	16,6	17,1	17,5	17,9	18,4	18,8	19,2	19,6	20,1	20,6	21,1	21,8	22,6	23,8	26,0
9/VIII-13/VIII	10,8	13,0	14,1	14,9	15,5	16,0	16,5	16,9	17,4	17,7	18,2	18,6	18,9	19,4	19,8	20,3	20,8	21,4	22,2	23,3	25,5
14/VIII-18/VIII	11,3	13,3	14,4	15,1	15,7	16,2	16,7	17,1	17,5	17,9	18,3	18,6	19,0	19,4	19,8	20,3	20,8	21,4	22,1	23,2	25,2
19/VIII-23/VIII	9,71	11,9	13,1	13,9	14,6	15,1	15,6	16,1	16,5	16,9	17,4	17,8	18,2	18,6	19,1	19,6	20,1	20,8	21,6	22,8	25,0
24/VIII-28/VIII	10,2	11,8	12,7	13,3	13,7	14,1	14,5	14,8	15,2	15,4	15,8	16,1	16,4	16,7	17,0	17,4	17,8	18,2	18,8	19,7	21,3
29/VIII-2/IX	9,47	11,2	12,1	12,7	13,2	13,6	14,0	14,3	14,6	14,9	15,3	15,6	15,9	16,2	16,6	16,9	17,4	17,9	18,5	19,4	21,1
3/IX-7/IX	10,0	11,6	12,4	13,0	13,4	13,8	14,2	14,5	14,8	15,1	15,4	15,6	15,9	16,2	16,6	16,9	17,3	17,7	18,3	19,1	20,7
8/IX-12/IX	8,54	10,5	11,5	12,2	12,8	13,3	13,7	14,1	14,5	14,9	15,3	15,6	16,0	16,4	16,8	17,2	17,7	18,3	19,0	20,0	22,0
13/IX-17/IX	6,27	8,62	9,84	10,6	11,3	11,9	12,4	12,8	13,3	13,7	14,2	14,6	15,0	15,5	15,9	16,4	17,0	17,7	18,5	19,7	22,1
18/IX-22/IX	5,94	8,15	9,30	10,0	10,7	11,2	11,7	12,1	12,6	12,9	13,4	13,8	14,2	14,6	15,0	15,5	16,0	16,7	17,4	18,6	20,8
23/IX-27/IX	5,54	7,75	8,90	9,67	10,3	10,8	11,3	11,7	12,2	12,5	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	15,1	15,6	16,3	17,0	18,2	20,4
28/IX-2/X	5,07	7,21	8,33	9,07	9,69	10,2	10,6	11,0	11,5	11,8	12,3	12,7	13,0	13,5	13,9	14,3	14,9	15,5	16,2	17,3	19,5
3/X-7/X	4,17	6,31	7,43	8,17	8,79	9,32	9,78	10,1	10,6	10,9	11,4	11,8	12,1	12,6	13,0	13,4	14,0	14,6	15,3	16,4	18,6
8/X-12/X	3,97	5,90	6,91	7,58	8,14	8,62	9,04	9,40	9,8	10,1	10,5	10,8	11,2	11,5	11,9	12,3	12,8	13,4	14,0	15,0	17,0
13/X-17/X	3,09	4,99	5,98	6,64	7,19	7,65	8,07	8,42	8,81	9,14	9,5	9,85	10,1	10,5	10,9	11,3	11,8	12,3	13,0	14,0	15,9
18/X-22/X	1,61	3,68	4,76	5,48	6,08	6,59	7,04	7,43	7,85	8,21	8,6	8,99	9,35	9,77	10,1	10,6	11,1				

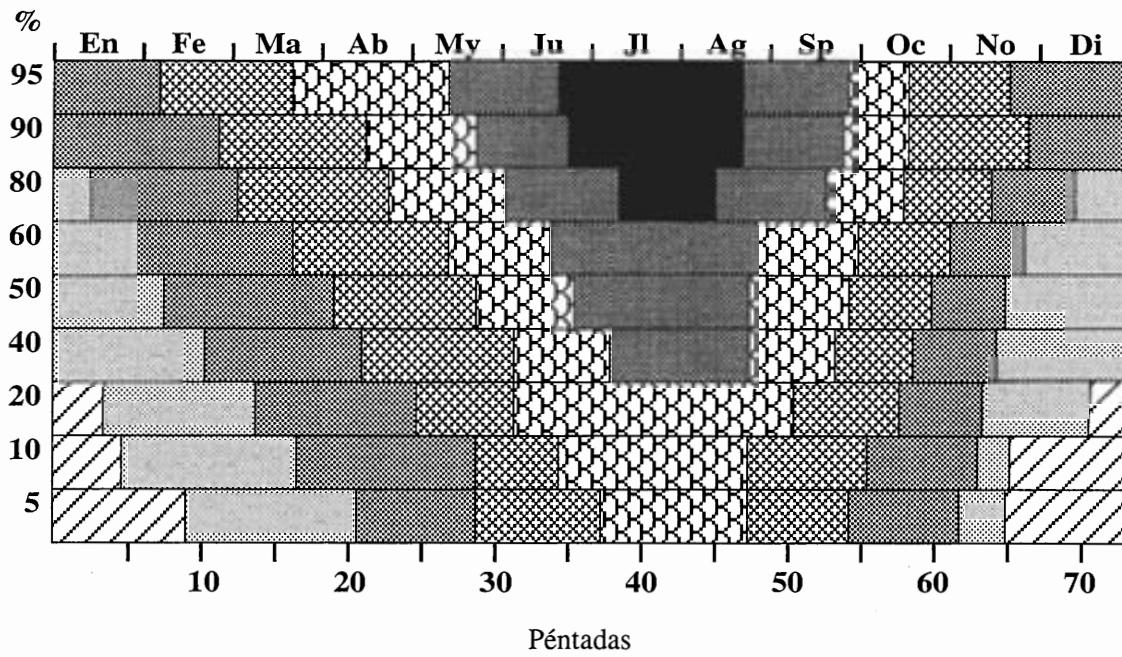


Fig. 3. Temperaturas máximas pentádicas de Sariñena que no pueden ser superadas con varios niveles de probabilidad.

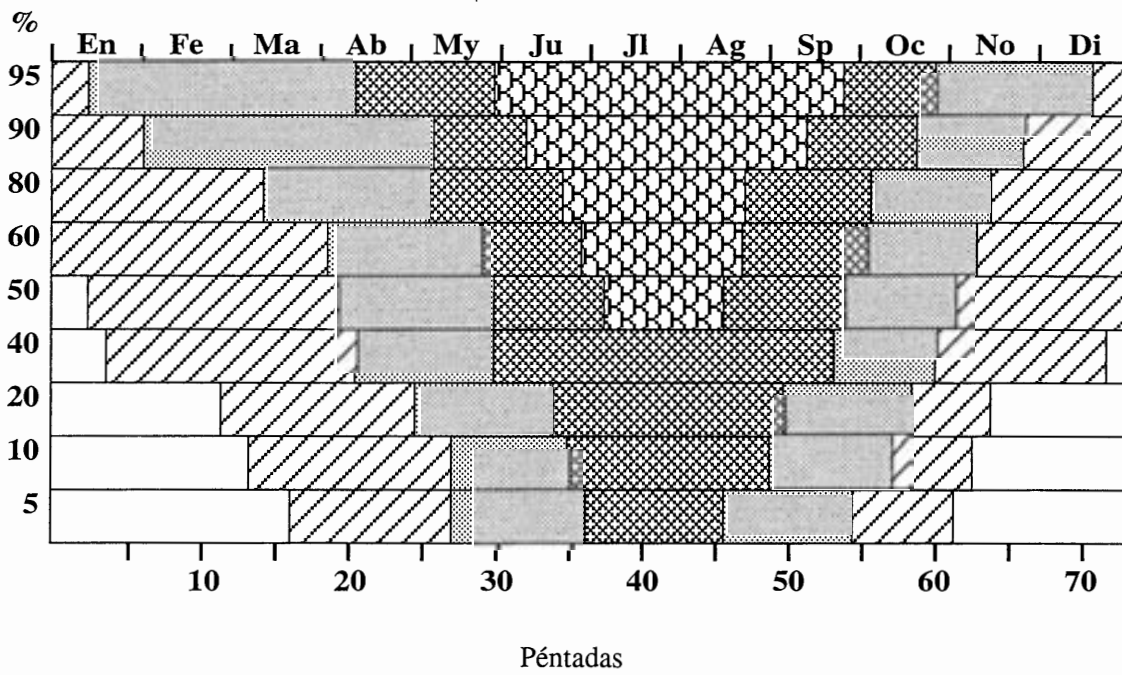


Fig. 4. Temperaturas mínimas pentádicas de Sariñena que no pueden ser superadas con varios niveles de probabilidad.



nuestro. Vemos, sin embargo, que las variaciones experimentadas por las temperaturas máximas y mínimas diarias de unos años a otros pueden alcanzar amplitudes importantes respecto a la media, que en este caso está representada por las temperaturas esperadas en un 50% de los años.

La parte superior de los gráficos corresponde al límite más alto que pueden alcanzar las temperaturas máximas y mínimas; sólo en un 5% de los años estos umbrales pueden ser superados. En el otro extremo de los gráficos vienen representadas las temperaturas más bajas alcanzadas, ya que el 95% de los valores registrados está siempre por encima de ellas. Igualmente, un 5% de los años las temperaturas máximas o mínimas podrán ser inferiores.

Los gráficos nos permiten valorar la disponibilidad térmica del área analizada y en cada momento del año, de manera que podemos conocer las temperaturas esperadas por encima de un nivel determinado de probabilidad. Claro que para precisar mejor la temperatura exacta en un momento del año y con un grado de probabilidad dado será necesario consultar los datos de las tablas I y II.

Una importante aplicación de esta información será la determinación de las fechas en las que con una probabilidad dada se verifiquen las condiciones térmicas mínimas imprescindibles para la germinación de las semillas de un cultivo, así como para la consecución de otras fases de desarrollo de los cultivos que requieren unos niveles térmicos determinados. Asimismo, es posible conocer el momento y la probabilidad con los que se sobrepasen ciertos umbrales térmicos adversos para el desarrollo de los cultivos.

Los resultados obtenidos del análisis de las integrales térmicas o suma de grados-día se reflejan en la tabla III, así como en las figuras 5 y 6. Vemos cómo el fondo de la depresión de Sariñena registra unos altos valores de temperatura acumulada, caracterizados por una importante variabilidad interanual, con diferencias de 1200° entre el año que registró el valor máximo y el año con la integral térmica más baja.

El valor medio de la integral térmica para el umbral de 0° es de 5289° . Los años en los que la suma de temperaturas ha sido más baja, esta ha alcanzado siempre valores superiores a 4700° , pero en ninguna ocasión se han superado los 6000° acumulados.

Con el umbral de 5° el total de grados-día que normalmente se registra en Sariñena es de 3536° . Como mínimo se superan siempre los 2900° , mientras que en el otro extremo la integral máxima alcanzada ha sido de 4124° .

SARIÑENA	0°			5°			10°			15°		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
Noviembre I	86	105	106	36	72	56	0	16	6	0	0	0
Noviembre II	129	191	235	36	118	135	0	16	35	0	0	0
Noviembre III	173	230	337	36	164	187	0	16	37	0	0	0
Diciembre I	239	291	408	52	166	208	0	16	37	0	0	0
Diciembre II	271	354	497	52	166	247	0	16	37	0	0	0
Diciembre III	331	405	565	57	166	260	0	16	37	0	0	0
Enero I	376	449	633	57	166	278	0	16	37	0	0	0
Enero II	426	519	660	57	169	278	0	16	37	0	0	0
Enero III	463	593	760	57	211	323	0	16	37	0	0	0
Febrero I	511	687	871	57	217	384	0	16	48	0	0	0
Febrero II	573	755	943	69	254	406	0	16	48	0	0	0
Febrero III	642	799	1002	98	296	425	0	16	48	0	0	0
Marzo I	724	902	1144	130	296	517	0	16	90	0	0	0
Marzo II	817	1005	1243	173	336	566	0	27	90	0	0	0
Marzo III	957	1123	1362	258	380	630	29	27	98	0	0	0
Abril I	1101	1222	1497	352	457	715	73	44	133	0	0	0
Abril II	1208	1347	1658	409	571	826	80	57	194	0	0	0
Abril III	1313	1477	1837	464	666	955	85	86	273	0	0	0
Mayo I	1459	1611	2007	560	774	1075	131	149	343	0	0	27
Mayo II	1593	1800	2165	644	898	1183	165	216	401	0	39	113
Mayo III	1805	2005	2378	801	1023	1341	268	290	505	47	79	179
Junio I	1997	2216	2592	943	1176	1505	360	438	619	89	140	227
Junio II	2180	2423	2797	1076	1311	1660	443	548	724	122	197	311
Junio III	2400	2665	3059	1246	1510	1872	563	644	886	192	289	428
Julio I	2640	2909	3344	1436	1705	2107	703	779	1071	282	383	538
Julio II	2811	3159	3601	1557	1933	2314	774	968	1228	303	483	637
Julio III	3105	3451	3854	1796	2160	2512	957	1174	1371	432	610	766
Agosto I	3326	3711	4110	1967	2360	2718	1078	1311	1527	503	720	894
Agosto II	3548	3939	4404	2139	2570	2962	1200	1448	1721	575	798	1022
Agosto III	3782	4176	4674	2318	2746	3177	1325	1578	1880	644	870	1120
Septiembre I	3965	4410	4923	2451	2919	3376	1408	1708	2029	677	954	1208
Septiembre II	4115	4645	5173	2551	3061	3576	1458	1801	2179	677	1039	1290
Septiembre III	4279	4814	5393	2665	3202	3746	1522	1935	2299	691	1058	1337
Octubre I	4451	5004	5603	2787	3330	3906	1594	2033	2409	713	1098	1398
Octubre II	4591	5155	5783	2877	3438	4036	1634	2084	2489	713	1099	1427
Octubre III	4728	5289	5926	2958	3536	4124	1660	2106	2522	713	1099	1427

Tabla III. Valores decádicos mínimos, medios y máximos de grados-día acumulados en Sariñena entre noviembre y octubre.

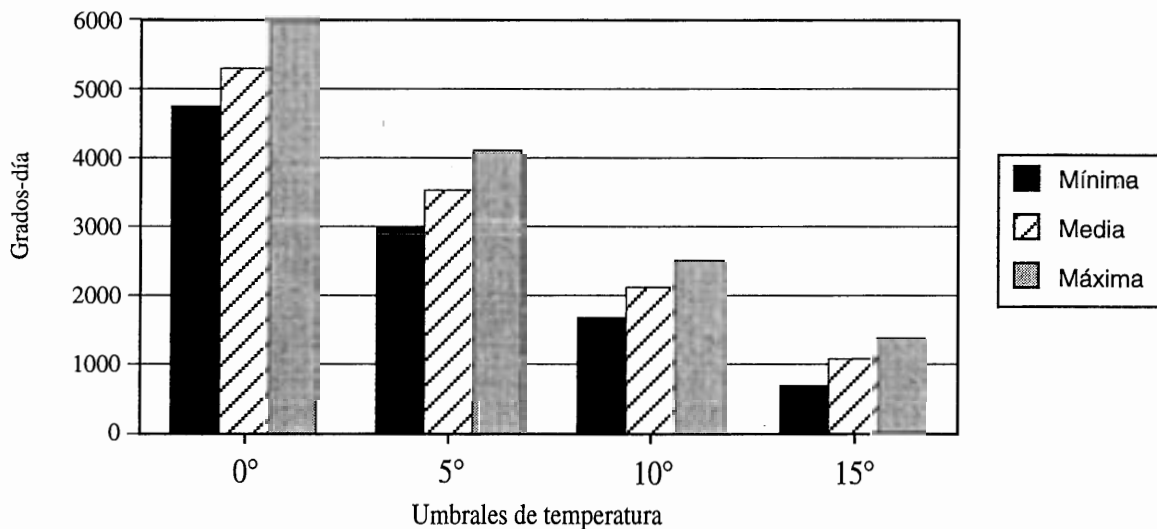


Fig. 5. Integral térmica anual mínima, media y máxima para cuatro umbrales de temperatura en Sariñena.

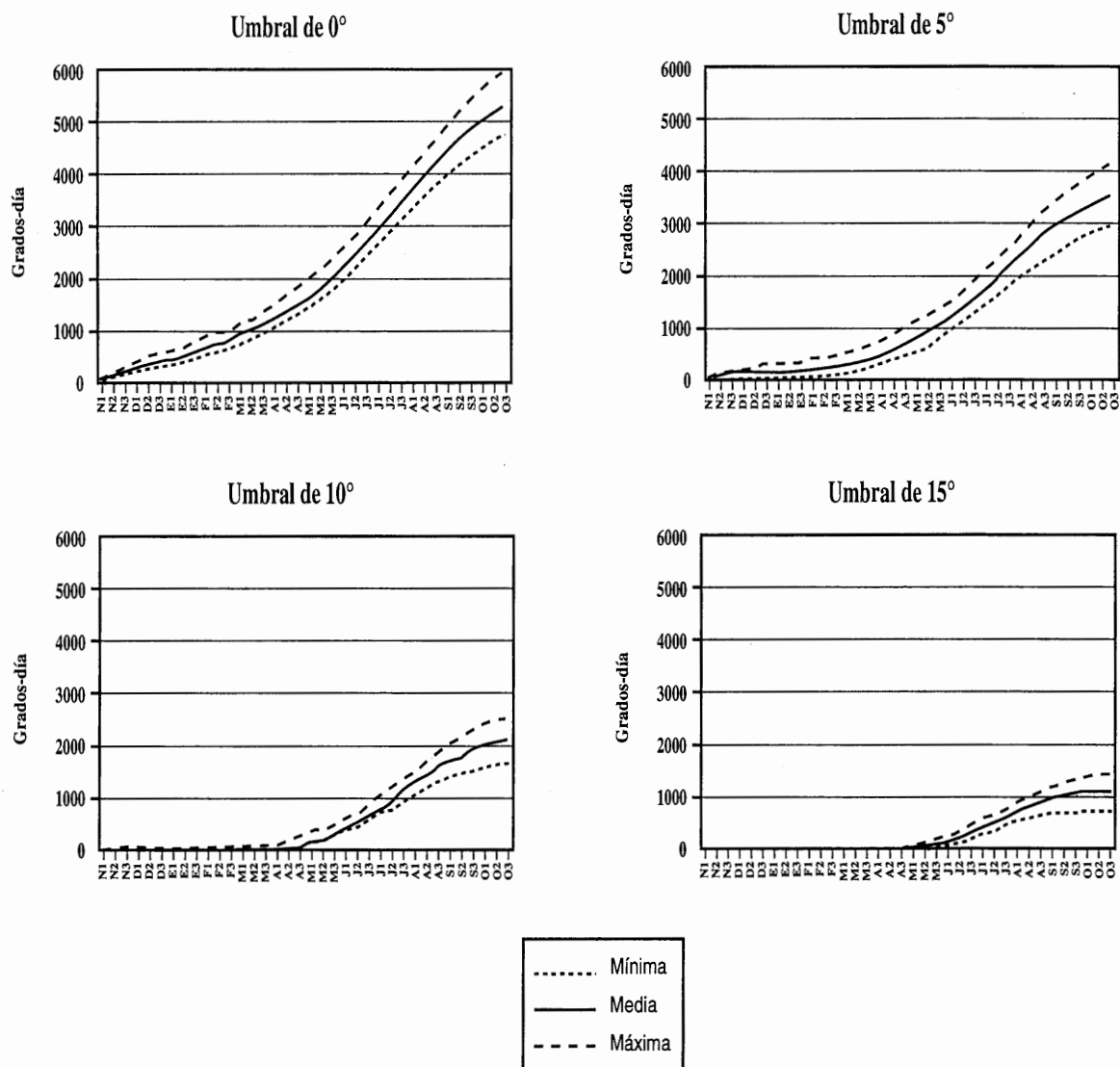


Fig. 6. Valores acumulados mínimos, medios y máximos de grados-día en Sariñena.

Restando 10° a las temperaturas medias diarias la suma de temperatura acumulada se sitúa en 2100° . Los años en los que la suma de temperaturas ha sido más baja superan siempre los 1650° . Sin embargo, en ninguno de los años de la serie analizada se han rebasado los 2600° .

Finalmente se ha calculado la integral térmica con un umbral de 15° . El valor medio es de 1100° . El valor mínimo registrado es de 713, mientras que el máximo se sitúa por encima de los 1400° .

En la figura 6 vienen representados los grados-día acumulados a lo largo de las 36 décadas correspondientes a los años agrícolas que han registrado el valor

máximo, el mínimo y el que más se aproxima al valor medio. En el gráfico correspondiente al umbral de 0° la acumulación de temperaturas es constante desde el comienzo del año, si bien es a partir de finales de abril cuando el aumento de la integral térmica es más rápido, hasta llegar a los 5000° a comienzos de octubre, en que el ritmo vuelve a descender.

En las curvas de temperaturas acumuladas con un umbral de 5°, durante los primeros seis meses la suma de grados-día es muy lenta e incluso se ve interrumpida entre la primera década de diciembre y la segunda de febrero. A partir de mayo es cuando la integral térmica se incrementa en gran medida; alcanza los 3000° a mediados de septiembre, mes a partir del cual la suma de temperatura se hace más lenta.

Si consideramos el umbral de 10° la acumulación de temperaturas no comienza hasta la última década de marzo. A finales de septiembre la suma ha alcanzado los 2000°, a diferencia del caso anterior, en que, para las mismas fechas, se habían acumulado ya más de 3000°.

Por último, la suma de temperaturas a partir de un umbral de 15° se retrasa hasta comienzos de mayo, con una lenta acumulación de grados-día hasta la finalización del año agrícola.

El análisis del número total de horas acumuladas entre octubre y febrero por debajo del umbral de 7° ha puesto de manifiesto de nuevo una importante variabilidad interanual, como se refleja en los valores siguientes correspondientes a los cuartiles de la serie de 30 años analizada:

1%	25%	50%	75%	100%
1180	1395	1527	1784	1999

Vemos cómo, mientras el valor medio es de 1527 horas-frío, en los años con menor cantidad de frío acumulada se alcanzan siempre valores superiores a 1180 horas, si bien ningún año de la serie ha superado las 2000 horas-frío acumuladas.

Como podemos comprobar en la tabla IV y en la figura 7, la acumulación de horas-frío se inicia ya en la última década de octubre, para ascender rápidamente hasta la finalización del mes de febrero. Las curvas que representan el número mínimo y máximo de horas-frío acumuladas muestran los límites inferior y superior entre los que se mueve dicha acumulación; el año medio se halla más cercano al límite superior.

DÉCADAS	SARIÑENA		
	Mín.	Med.	Máx.
Octubre I	0	0	0
Octubre II	0	0	0
Octubre III	22	68	6
Noviembre I	65	125	86
Noviembre II	139	209	222
Noviembre III	186	371	416
Diciembre I	265	524	592
Diciembre II	400	680	697
Diciembre III	520	858	934
Enero I	624	1012	1058
Enero II	745	1118	1255
Enero III	841	1218	1423
Febrero I	939	1315	1679
Febrero II	1046	1425	1810
Febrero III	1180	1527	1999

Tabla IV. Valores decádicos mínimos, medios y máximos de horas-frío acumuladas en Sariñena entre octubre y febrero.

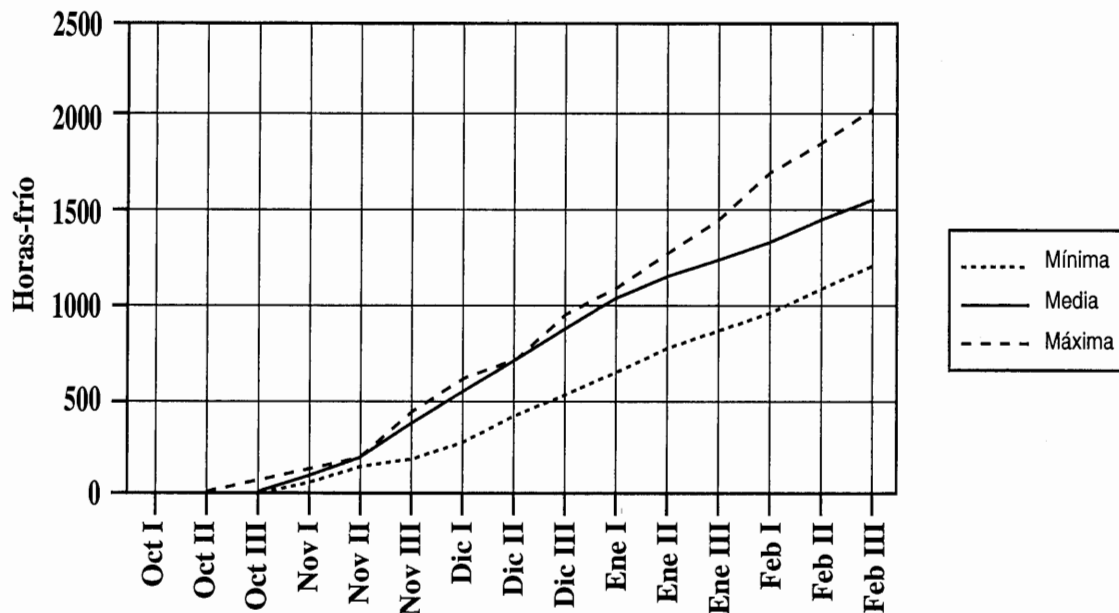


Fig. 7. Acumulación decádica mínima, media y máxima de horas-frío en Sariñena.

CONCLUSIONES

El fondo de la depresión de Sariñena presenta una elevada disponibilidad térmica que le confiere un gran potencial de cara al cultivo de buen número de especies y variedades. Sin embargo, hemos encontrado que tanto las temperaturas máximas como las mínimas registran una alta variabilidad intera-

nual a lo largo de todo el año, lo que hace muy adecuadas unas tablas de probabilidad para conocer cuáles son los niveles térmicos más esperados en cada momento del año.

También hemos comprobado la ventaja de utilizar períodos inferiores al mes (péntada y década) a la hora de analizar el ritmo de las temperaturas, pues desvelan claramente las importantes variaciones de estas entre una péntada y otra, que quedan diluidas al utilizar períodos más amplios.

Como consecuencia de esa elevada variabilidad interanual de las temperaturas, las integrales térmicas, así como la acumulación de horas-frío, presentan igualmente una importante oscilación entre unos años y otros. A pesar de ello los valores obtenidos de grados-día y horas-frío acumulados satisfacen de forma óptima la mayoría de los años las necesidades de los cultivos más extendidos en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ARON, R. A., 1983. Availability of chilling temperatures in California. *Agricultural Meteorology*, 28: 351-363. Amsterdam.
- BAIER, W. y RUSSELO, D. A., 1968. A computer program for estimating risk of frost occurrence. *Publ. Agromet. Sect. Plant Inst. Co. Dpt. Agriculture*. Ottawa.
- BROWN, D. M., 1969. Heat unit for corn in southern Ontario. *Ontario Dep. Agr. Food Info. Leaflet*, 111, 31, 1-4.
- CASTELLÓ PUIG, A., 1984. Usos del suelo en la comarca de los Monegros. *Argensola*, 98: 231-267. Huesca.
- GARCÍA SANJUÁN, J. y GARCÍA DE PEDRAZA, L., 1974. Primera contribución al estudio de temperaturas acumuladas en Murcia. *Coloquio sobre problemas de Meteorología Agrícola*. Madrid.
- GIL-ALBERT, F., 1986. *La ecología del árbol frutal*. Serie Técnica. M.A.P.A. 278 pp.
- GILMORE, E. C. y ROGERS, J. S., 1958. Heat units as a method of measuring maturity. *Corn. Agron. J.*, 50: 611-615.
- LÓPEZ BONILLO, D., 1988. *Los climas de Tarragona y sus repercusiones agrícolas*. Diputación de Tarragona. 475 pp.
- LORENZETTI, M. C. y NARDI, M., 1986. Aspetti microclimatici relativi alla temperatura in una stazione della media valle del Tevere. *Annali della Facoltà di Agraria*, XL: 45-73. Perugia.
- LORENZETTI, M. C. y PANDOLFI, A. M., 1987. Modelli biometeorologici per la soia. *Annali della Facoltà di Agraria*, XLI: 129-144. Perugia.

- MONOTTI, 1977. Clasificazione della precocità di maturazione dei mais ibridi mediante somme termiche. *Annali della Facoltà di Agraria*, XXX: 87-106. Perugia.
- MARTÍ EZPELETA, A., 1992. *La Agroclimatología de los Monegros: alternativas al uso tradicional del secano*. I.E.A., «Serie de Investigación Científica» (microficha), Huesca.
- MARTÍ EZPELETA, A., 1993. *Agroclimatología de los Monegros: estudio de aptitud agrícola en función de los condicionantes climáticos*. Tesis doctoral, Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza, 408 pp. + anexo gráfico y estadístico.
- NEWMAN, J. et al., 1968. Growing degree days. *Crops and Soils*, 21 (3): 9-12.
- O.M.M., 1982. *Guía de prácticas agrometeorológicas*. O.M.M., n.º 134. Ginebra.
- PANDOLFI, A. M. y PITZALIS, M., 1977. Effetto della temperatura sul primo sottoperiodo di alcune varietà di riso. *Ecología Agraria*, 15 (2): 117-128. Perugia.
- PITZALIS, M., 1978. La stagione vegetativa in Umbria. *Ecología Agraria*, 14 (2): 89-120. Perugia.
- PITZALIS, M., 1987. Ore di freddo disponibili, in Umbria, in relazione alla dormienza delle arbores. *Annali della Facoltà di Agraria*, XLI: 67-82. Perugia.
- TABUENCA, C., 1964. Necesidades de frío invernal de variedades de albaricoquero, melocotonero y peral. *An. Est. Exp. Aula Dei*, 4 (3-4): 113-132. Zaragoza.
- TABUENCA, C., 1975. Factores climáticos que influyen en el cultivo frutal. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 7 (2): 21-32. Jaca.
- WEINBERGER, J. H., 1956. Prolongued dormancy trouble in peaches in the southeast in relation to winter temperatures. *J. Amer. Hort. Sci.*, 67: 107-112.