

anuario
2005
INSTITUTO
DE ESTUDIOS
ZAMORANOS
FLORIAN
DE OCAMPO



ANUARIO 2005

INSTITUTO DE ESTUDIOS ZAMORANOS
«FLORIÁN DE OCAMPO» (C.S.I.C.)

**anuario
2005
INSTITUTO
DE ESTUDIOS
ZAMORANOS
FLORIAN
DE OCAMPO**



ANUARIO DEL I.E.Z. FLORIÁN DE OCAMPO

I.S.S.N.: 0213-82-12

Vol. 22-2005

EDITA:

INSTITUTO DE ESTUDIOS ZAMORANOS «FLORIÁN DE OCAMPO»

- Director:* Pedro García Álvarez
- Secretario de redacción:* Blas Leal Delgado
- Consejo de redacción:* Miguel Gamazo Peláz, Julio Pérez Rafols, Jesús Álvarez de Prada, Hortensia Larrén Izquierdo, María Concepción Rodríguez Prieto, Eusebio González García, Arsenio Dacosta Martínez, Juan Andrés Blanco Rodríguez, Jesús Carlos Portales Gato, Tomás Pierna Belloso
- Secretaría de redacción:** Instituto de Estudios Zamoranos «Florián de Ocampo»
Diputación Provincial de Zamora
C/. Ramos Carrión 11 - 49001 Zamora (España)
Correo electrónico: iez@helcom.es

SUSCRIPCIONES, PRECIOS E INTERCAMBIO:

Instituto de Estudios Zamoranos «Florián de Ocampo»
Diputación Provincial de Zamora
C/. Ramos Carrión 11 - 49001 Zamora (España)
Correo electrónico: iez@helcom.es

Los trabajos de investigación publicados en el ANUARIO DEL I.E.Z. «FLORIÁN DE OCAMPO» recogen, exclusivamente, las aportaciones científicas de sus autores. El Anuario declina toda responsabilidad que pudiera derivarse de la infracción de la propiedad intelectual o comercial.

© Instituto de Estudios Zamoranos «Florián de Ocampo»
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.)
Diputación Provincial de Zamora
Diseño de portada: Ángel-Luis Esteban Ramírez
Imprime: EUROPA Artes Gráficas, Pol. Ind. El Montalvo I
37008 Salamanca (España)
Depósito Legal: S. 1.554-2007

ÍNDICE

ARQUEOLOGÍA:

| | |
|---|-----|
| Miguel Ángel MARTÍN CARBAJO, et al.: <i>«El Judío», un nuevo yacimiento tardorromano en el término municipal de Zamora</i> | 13 |
| Oscar ALONSO GREGORIO e Isabel CENTENO CEA: <i>Belmonte, un nuevo asentamiento de época romana en la vega baja del río Duero (Zamora)</i> | 35 |
| Mónica SALVADOR VELASCO: <i>Control arqueológico de las obras de rehabilitación de la iglesia de Santa Marina en Barcial del Barco (Zamora)</i> | 51 |
| Arturo BALADO PACHÓN y Ana Belén MARTÍNEZ GARCÍA: <i>Excavación arqueológica en el exterior de la iglesia Santa María del Azogue de Benavente (Zamora)</i> | 61 |
| Miguel Ángel MARTÍN CARBAJO, et al.: <i>Seguimiento arqueológico de las obras en la residencia de Nuestra Señora de La Piedad y San José, antiguo Hospital de la Piedad de Benavente (Zamora)</i> | 75 |
| Enrique ARNAU BASTEIRO: <i>Excavación arqueológica en el solar del antiguo mesón de Santa Cruz de Benavente</i> | 89 |
| Oscar ALONSO GREGORIO e Isabel M. ^a CENTENO CEA: <i>Una primera intervención arqueológica en el antiguo solar de la residencia de Ntra. Sra. de La Paz, Plaza de la Catedral c.v. a la calle Obispo Manso (Zamora)</i> | 101 |
| Francisco Javier SANZ GARCÍA, et al.: <i>Trabajos de seguimiento arqueológico durante las obras de estabilización de la muralla, rehabilitación y pavimentación en la Cuesta del Obispo y Peñas de Santa Marta, en Zamora</i> | 133 |
| Miguel Ángel MARTÍN CARBAJO, et al.: <i>Seguimiento arqueológico de las obras de rehabilitación de la antigua Casa de la Juventud, en la Cuesta de San Cipriano de Zamora</i> | 147 |

| | |
|--|-----|
| Mónica SALVADOR VELASCO, Ana I. VINÉ ESCARTÍN y Pilar RAMOS FRAILE: <i>Excavación arqueológica de dos tramos de muralla correspondientes al segundo recinto murado de la ciudad</i> | 159 |
| Francisco Javier SANZ GARCÍA, et al.: <i>Actuación arqueológica en el solar de la Rúa de los Francos 14-16 y calle Misericordia 2 y 4, en Zamora</i> | 169 |
| Miguel Ángel MARTÍN CARBAJO, et al.: <i>Algunas pinceladas sobre las tenerías bajomedievales de la Puebla del Valle: la excavación arqueológica en el solar de la cl. Santo Tomás 13 de Zamora</i> | 187 |
| Ángel L. PALOMINO LÁZARO y José E. SANTAMARÍA GONZÁLEZ: <i>Intervención arqueológica en Avenida del Mengue c/v. calle Cigarral, en Zamora</i> | 207 |
| Francisco Javier SANZ GARCÍA, et al.: <i>La actividad artesanal en el barrio de Olivares de Zamora. Los hallazgos en el solar de la plaza de San Claudio, 6 c/v a la calle Mediodía, 2</i> | 229 |
| Francisco Javier SANZ GARCÍA, et al.: <i>Actuaciones arqueológicas extramuros de la ciudad. Los solares de la Avenida de la Feria c/v calle Puentica y calle Olleros de Zamora</i> | 241 |
| ARTE: | |
| Sergio PÉREZ MARTÍN: <i>A propósito de los Medina. Una saga de plateeros vallisoletanos en la provincia de Zamora</i> | 259 |
| BIOLOGÍA: | |
| Víctor SALVADOR VILARIÑO: <i>Análisis de la dieta de la lechuza común (Tyto Alba) en la reserva natural de las lagunas de Villafáfila</i> | 285 |
| FÍSICA: | |
| Clemente TOMÁS SÁNCHEZ, F. DE PABLO DÁVILA y L. RIVAS SORIANO: <i>Estudio sobre las heladas registradas en el observatorio de Zamora: 1931-2003</i> | 301 |
| HISTORIA: | |
| Clara DEL BRÍO CARRETERO: <i>El Doctor Juan de Grado: Centenario y revisión</i> | 315 |

| | |
|--|-----|
| Inocencio CARDIÑANOS BARDECI: <i>Un intento de reactivar la industria textil de Zamora a fines del siglo XVIII. Las ordenanzas de pañeros y tintoreros</i> | 325 |
| Joaquín HERNÁNDEZ MARTÍN: <i>Los orígenes del edificio del Círculo de Zamora</i> | 351 |
| Faustino NARGANES QUIJANO: <i>El Abadengo en la provincia de Zamora a mediados del siglo XVI</i> | 363 |
| Cecilio VIDALES PÉREZ: <i>El Mayorazgo de Villagodio</i> | 375 |
| LITERATURA: | |
| María Antonia MEZQUITA FERNÁNDEZ: <i>Dos poetas visionarios: William Blake y Claudio Rodríguez</i> | 399 |
| SOCIOLOGÍA: | |
| Rafael Ángel GARCÍA LOZANO: <i>Traza urbana y unidades de acción pastoral. Ensayo en torno a la nueva organización pastoral sobre el plano de Zamora</i> | 411 |
| CONFERENCIAS: | |
| Galo SÁNCHEZ SÁNCHEZ: <i>Expresión corporal, música, danza y poesía, cruce de caminos (Una vez más, érase una vez más, el cuento)</i> | 425 |
| Beatriz TOSTÓN BARTOLOMÉ: <i>Organización de una escuela de música. Ejemplificación de la misma</i> | 437 |
| M. ^a Concepción RODRÍGUEZ PRIETO: <i>Cambiar la escuela es cambiar el futuro</i> | 457 |
| NECROLÓGICAS: | |
| Dña. Ursicina MARTÍNEZ GALLEGO | 467 |
| D. Manuel GÓMEZ RÍOS | 467 |
| D. Luis FOMBELLIDA PRIETO | 468 |

| | |
|------------------------------------|-----|
| MEMORIA ANUAL DE ACTIVIDADES | 471 |
| NORMAS PARA LOS AUTORES | 493 |
| RELACIÓN DE SOCIOS | 497 |

FÍSICA



ESTUDIO SOBRE LAS HELADAS REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO DE ZAMORA: 1931-2003

C. TOMÁS SÁNCHEZ; F. DE PABLO DÁVILA Y L. RIVAS SORIANO

RESUMEN

A partir de los valores diarios de temperaturas mínimas registrados en el Observatorio de Zamora en el período 1931-2003, se obtienen el número mensual y anual de días de helada; siendo enero el mes en media con mayor número de días (15) seguido de diciembre (12) y febrero (11). El valor medio anual resulta ser de 51 días.

El estudio de la tendencia en las series mensuales y anual del número de días de helada mediante la aplicación de test no paramétricos conduce a resultados significativos al 95% en la serie de diciembre y al 99% en la serie anual.

Los resultados del estudio anual y mensual por décadas indican que la década 1941-50 es la que presenta el valor total máximo de días de helada, así como en los meses de enero, febrero, marzo y diciembre. Por otra parte los valores máximos de abril se dan en la década 1951-60 y los de noviembre en la 1971-80.

Por último se estudian las series de fechas de ocurrencia anual de la primera y última helada obteniéndose que en media la primera helada se presenta en Zamora el día 14 de noviembre y la última el 2 de abril, resultando que el período libre de heladas anual medio es de 225 días.

Palabras clave. Temperaturas mínimas; días de helada; período libre de heladas

ABSTRACT

Taking into account the daily values of the minimum temperatures recorded at the Zamora observatory during the 1931-2003 period, the annual and monthly numbers of days with frost were determined. It was found that January was the month (on average) with the highest number of days with frost recorded (15) followed by December (12) and February (11). The annual average was 51 days.

Analysis in the annual and monthly series of the number of days with frost, by application of non-parametric tests, give meaningful results to 95% significance level in December and to the 99% in the annual series.

The results of the annual study by decades indicated that the decade from 1941 to 1950 was the one showing the maximum value recorded in the number of days with frost. The months of January, February, March, and December had the monthly maxima. In contrast, the maximum value for April was found in the decade from 1951 to 1960; those of November in the decade from 1971 to 1980.

Finally the occurrence dates for the first and last frosts for each year were determined. It was observed that (on average) the first frost appears at Zamora around 14 November and the last one around 2 April. The mean number of consecutive days without frost was 225 for the period studied.

INTRODUCCION

Se considera la ocurrencia de helada cuando la temperatura del aire, registrada en el abrigo meteorológico (pequeña caseta de paredes de madera, puerta y fondo de doble persiana que favorece la ventilación interior e impide que la radiación solar afecte a los instrumentos colocados en su interior, situada a 1,50 metros sobre el nivel del suelo), es de 0°C. Esta forma de definir el fenómeno fue acordada por los meteorólogos y climatólogos, si bien muchas veces, la temperatura de la superficie del suelo puede llegar a ser 3 a 4°C menor que la registrada en el abrigo meteorológico.

Existen diferentes tipos de heladas. De acuerdo a su origen se clasifican en:

Heladas de advección: se presentan en una región cuando ésta es “invadida” por una masa de aire frío cuya temperatura es inferior a 0°C. Este tipo de heladas se caracteriza por la presencia de vientos con velocidades iguales o superiores a los 15 km/h y el gradiente de temperatura (variación de la temperatura con la altura) es negativo, sin inversión térmica. Las áreas afectadas son extensas y la nubosidad no influye sobre la temperatura, que experimenta variaciones con la marcha horaria. Las plantas se enfrían por contacto.

Heladas de radiación: Se producen por el enfriamiento de las capas bajas de la atmósfera y de los cuerpos que en ellas se encuentran debido a la pérdida de calor terrestre por irradiación durante la noche. Se produce una estratificación del aire en donde las capas más bajas son más frías y las capas más altas son más cálidas (inversión térmica). Este tipo de heladas se produce en condiciones de viento en calma o escaso, ya que la ausencia de viento impide mezclar estas capas, y además, con cielo despejado que permite una mayor pérdida de calor desde la superficie terrestre. La pérdida de calor es mayor cuando las noches comienzan a ser más largas y el contenido de humedad del aire es menor. En los suelos cubiertos de vegetación y en el fondo de los valles es más probable que se den este tipo de heladas. En el caso de la cubierta vegetal, esta actúa como aislante entre el suelo y la atmósfera, evitando que el calor del suelo se transmita con rapidez al aire. Además disminuye la acumulación de calor en el suelo al impedir el ingreso de la radiación solar. El relieve del suelo, por sus diversos accidentes, determina la dirección e intensidad del flujo de aire frío nocturno. Si el suelo tiene pendiente, el aire frío (más denso) buscará niveles más bajos, donde se estacionará y continuará enfriándose. Es por ello que el fondo de los valles es un lugar propicio para la formación de heladas.

Heladas de evaporación: Debidas a la evaporación de agua líquida desde la superficie vegetal. Suele ocurrir cuando, debido a la disminución de la humedad relativa atmosférica, el rocío formado sobre las plantas se evapora. El paso de agua líquida a su estado gaseoso requiere calor. Ese calor lo aporta la planta con su consiguiente enfriamiento.

Heladas mixtas: Se denominan de este modo a aquellas heladas que se producen simultáneamente por el vuelco de aire frío y la pérdida de calor del suelo por irradiación.

De acuerdo a los efectos visuales que este fenómeno causa:

Heladas blancas: se produce cuando la temperatura desciende por debajo de 0°C y se forma hielo sobre la superficie de las plantas. Este tipo de heladas se produce con masas de aire húmedo. Además el viento en calma y los cielos despejados favorecen su formación.

Heladas negras: En la helada negra el descenso por debajo de 0°C no va acompañado de formación de hielo. Su designación responde a la visualización de la coloración que adquieren algunos órganos vegetales debido a la destrucción causada por el frío. Este tipo de heladas se produce cuando la masa de aire es seca. El cielo cubierto o semicubierto o la turbulencia en capas bajas de la atmósfera favorece la formación de este tipo de heladas.

Las heladas son frecuentes en el invierno, pero ocurren también en otoño y primavera, conociéndose a las otoñales como heladas tempranas y a las primaverales como heladas tardías. En estas dos estaciones las plantas tienen una gran sensibilidad a los descensos bruscos de temperatura.

DATOS

Según fuentes del Instituto Nacional de Meteorología (INM, 1996) las observaciones en Zamora comenzaron a realizarse en el año 1909 en el Instituto de Enseñanza Media "Claudio Moyano", situado en la parte alta de la ciudad, en la orilla derecha del río Duero. Las coordenadas son:

Latitud: 41° 30' 56'' N
Longitud: 05° 45' 18'' W
Altitud: 654 m

Los instrumentos estaban colocados sobre cemento en una terraza a 25 m del suelo y rodeados de un muro de 1 m de alto.

Posteriormente, a mediados de los años 80, el observatorio se trasladó a la Avda. Requejo estando los instrumentos colocados en un jardín próximo al edificio de la Seguridad Social. Por último, en 1998 el observatorio se trasladó al Campus de la Universidad Laboral siendo las características del emplazamiento las siguientes:

Latitud: 41° 30' 58'' N
Longitud: 05° 43' 58'' W
Altitud: 655 m

La serie de valores diarios de temperaturas mínimas registradas en Zamora desde 1931 presenta algunas lagunas en los años 1932 y 1951 por lo que estos años se excluyen de el estudio.

LAS HELADAS EN ZAMORA. 1931-2003

A partir de los valores diarios de temperaturas mínimas (I.N.M., 2003) se obtienen los resultados de la tabla 1, donde se presentan los valores mensuales y anuales del número de días de helada, en el período analizado de 73 años.

| ZAMORA | EN | FE | MA | AB | MY | OC | NO | DI | TOTAL |
|--------|-----------|-----------|-----------|----------|----|----------|----|-----------|------------|
| 1931 | 10 | 10 | | 2 | | 2 | 6 | 26 | 56 |
| 1932 | | | | | | | | | |
| 1933 | 22 | 18 | 5 | 1 | | 2 | 13 | 26 | 87 |
| 1934 | 26 | 27 | 20 | 5 | 1 | 1 | 17 | 5 | 102 |
| 1935 | 31 | 20 | | | | 3 | 3 | 5 | 62 |
| 1936 | 2 | 3 | 1 | | | | 5 | 23 | 34 |
| 1937 | 9 | | 3 | | | | | 9 | 21 |
| 1938 | 13 | 20 | | 2 | | | 2 | 12 | 49 |
| 1939 | 6 | 11 | 15 | 1 | 1 | | 5 | 12 | 51 |
| 1940 | 15 | 4 | 2 | 1 | | | 5 | 21 | 48 |
| 1941 | 14 | 3 | | | | 5 | 8 | 21 | 51 |
| 1942 | 17 | 23 | 1 | | | | 12 | 13 | 66 |
| 1943 | 5 | 13 | 3 | | | | 6 | 13 | 40 |
| 1944 | 26 | 25 | 17 | | | | 7 | 23 | 98 |
| 1945 | 20 | 10 | 12 | | 1 | | 3 | 14 | 60 |
| 1946 | 24 | 20 | 8 | | | | 10 | 16 | 78 |
| 1947 | 24 | 7 | 3 | 1 | | | 9 | 21 | 65 |
| 1948 | 6 | 9 | | | | | 9 | 6 | 30 |
| 1949 | 27 | 16 | 15 | | | 1 | 8 | 11 | 78 |
| 1950 | 27 | 7 | 6 | 4 | | | | 14 | 58 |
| 1951 | | | | | | | | | |
| 1952 | 24 | 16 | 2 | 2 | | | 9 | 11 | 64 |
| 1953 | 24 | 10 | 18 | 3 | | | 11 | 10 | 76 |
| 1954 | 22 | 16 | 5 | 9 | | | 6 | 16 | 74 |
| 1955 | 2 | 5 | 14 | 1 | | | 9 | 7 | 38 |
| 1956 | 6 | 25 | 5 | | | 3 | 16 | 21 | 76 |
| 1957 | 23 | 1 | | 4 | | | 12 | 18 | 58 |

TABLA 1. Número de heladas mensual y anual junto a porcentajes y valores medios.
En negrita valores extremos

| ZAMORA | EN | FE | MA | AB | MY | OC | NO | DI | TOTAL |
|--------|----|----|----|----|----|----|-----------|-----------|-------|
| 1958 | 9 | 12 | 6 | 4 | | | 7 | 3 | 41 |
| 1959 | 8 | 21 | | | | | 1 | 1 | 31 |
| 1960 | 12 | 6 | | | | | 1 | 8 | 27 |
| 1961 | 11 | 2 | | | | | 2 | 7 | 22 |
| 1962 | 11 | 19 | 5 | | | | 13 | 20 | 68 |
| 1963 | 15 | 7 | 2 | 1 | | | 1 | 14 | 40 |
| 1964 | 25 | 12 | 5 | | | 3 | 17 | 24 | 86 |
| 1965 | 19 | 20 | 6 | | | | 3 | 5 | 53 |
| 1966 | 3 | | 6 | | | 2 | 11 | 16 | 38 |
| 1967 | 18 | 14 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 21 | 57 |
| 1968 | 23 | 4 | 8 | 2 | | | 2 | 6 | 45 |
| 1969 | 11 | 18 | 10 | | | | 6 | 9 | 54 |
| 1970 | 2 | 9 | 17 | 6 | | 4 | 1 | 21 | 60 |
| 1971 | 15 | 18 | 14 | | | | 12 | 8 | 67 |
| 1972 | 17 | 3 | 1 | 1 | | | 4 | 8 | 34 |
| 1973 | 16 | 17 | 16 | 3 | | | 14 | 21 | 87 |
| 1974 | 6 | 7 | 5 | | | 2 | 11 | 18 | 49 |
| 1975 | 13 | 3 | 8 | 7 | | | 5 | 21 | 57 |
| 1976 | 27 | 6 | 5 | | | | 8 | 5 | 51 |
| 1977 | 11 | 2 | 5 | 2 | | | 9 | 3 | 32 |
| 1978 | 16 | 9 | 2 | 1 | | | 6 | 7 | 41 |
| 1979 | 10 | 6 | 5 | 1 | | | 11 | 12 | 45 |
| 1980 | 14 | 6 | 3 | 5 | | | 9 | 26 | 63 |
| 1981 | 27 | 20 | 2 | 1 | | | 4 | 8 | 62 |
| 1982 | 6 | 4 | 6 | 1 | | | 4 | 8 | 29 |
| 1983 | 27 | 13 | 2 | 2 | | 1 | | 12 | 57 |
| 1984 | 7 | 16 | 16 | | | | | 4 | 43 |
| 1985 | 17 | 5 | 4 | | | | 14 | 13 | 53 |
| 1986 | 10 | 6 | 2 | 5 | | | 6 | 17 | 46 |
| 1987 | 19 | 8 | 5 | | | | 4 | 4 | 40 |
| 1988 | 1 | 7 | 11 | | | | 8 | 21 | 48 |
| 1989 | 27 | 10 | 3 | 3 | | | | | 43 |
| 1990 | 14 | 4 | 8 | 1 | | | 6 | 20 | 53 |
| 1991 | 18 | 12 | | 2 | | 1 | 6 | 12 | 51 |
| 1992 | 27 | 19 | 4 | | | | 2 | 4 | 56 |
| 1993 | 16 | 14 | 9 | | | 1 | 10 | 4 | 54 |
| 1994 | 14 | 11 | | 6 | | | | 5 | 36 |
| 1995 | 11 | 5 | 4 | 1 | | | | 6 | 27 |

TABLA 1. Número de heladas mensual y anual junto a porcentajes y valores medios.
En negrita valores extremos (Continuación)

| ZAMORA | EN | FE | MA | AB | MY | OC | NO | DI | TOTAL |
|--------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-----------|
| 1996 | | 10 | 8 | | | | 4 | 6 | 28 |
| 1997 | 7 | 3 | | | | | | 8 | 18 |
| 1998 | 6 | 4 | 1 | 1 | | | 10 | 21 | 43 |
| 1999 | 17 | 19 | 6 | 2 | | | 8 | 15 | 64 |
| 2000 | 30 | 9 | 5 | 1 | | | 4 | 2 | 51 |
| 2001 | 4 | 8 | | | 1 | | 17 | 22 | 52 |
| 2002 | 8 | 9 | 3 | 1 | | | | 4 | 25 |
| 2003 | 16 | 12 | 3 | 1 | | | 1 | 5 | 38 |
| Total | 1066 | 768 | 384 | 98 | 5 | 31 | 454 | 879 | 3685 |
| % | 28,93 | 20,84 | 10,42 | 2,66 | 0,14 | 0,84 | 12,32 | 23,85 | 100,00 |
| Media | 15,01 | 10,82 | 5,41 | 1,38 | 0,07 | 0,44 | 6,39 | 12,38 | 51,90 |

TABLA 1. Número de heladas mensual y anual junto a porcentajes y valores medios.
En negrita valores extremos (Continuación)

En los 71 años analizados se han registrado 3685 días de helada, con un promedio de 51,9 días anuales, tabla 1. Enero es el mes con mayor número de días de helada, con un promedio de 15 días. A continuación, el segundo mes es Diciembre, con 12 y el tercero, febrero con 11. A destacar que enero de 1996, diciembre de 1989 y febrero de 1937 y 1966 carecieron de heladas. En la Tabla 2, aparecen los meses y los correspondientes años con mayor número de días de helada.

| | EN | FE | MA | AB | MY | OC | NO | DI | AÑO |
|---------|------|------|------|------|--------|------|------|------------|------|
| Nº días | 31 | 27 | 20 | 9 | 1 | 5 | 17 | 26 | 102 |
| Año/ s | 1935 | 1934 | 1934 | 1954 | Varios | 1941 | 1964 | 1931-33-80 | 1934 |

TABLA 2. Número máximo mensual / anual de días de helada y años de ocurrencia

El año con mayor número de heladas fue 1934 con 102, junto a este sobrepasan los 80 días de helada: 1933, 1944, 1964 y 1973. En 1997 únicamente se produjeron 18 días de helada, aproximadamente la tercera parte del valor medio anual.

Con objeto de analizar la posibilidad de existencia de tendencia en las diferentes series se han aplicado los test no paramétricos de Spearman y Mann-Ken-

dall (Sneyers, 1975) a las series mensuales y anual, los resultados obtenidos sólo son significativos al 95 % la serie de diciembre ($r_s = -0,284^*$ y $\alpha = 0,017$) y al 99 % la serie anual ($r_s = -0,319^{**}$ y $\alpha = 0,007$), por lo que puede afirmarse que existe tendencia decreciente en ambas series de $T_{mín.} < 0$.

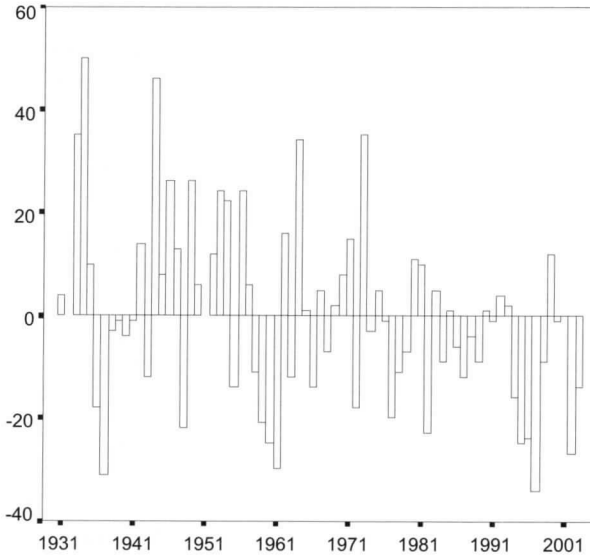


FIGURA 1. Anomalías anuales del número de días de helada

El análisis de la figura 1 revela el carácter oscilatorio de la serie, tan sólo es destacable el período 1936-41 de anomalías negativas.

En la Tabla 3 se presenta el número total de día de helada por décadas, hay que tener en cuenta que las décadas 1931-40 y 1951-60 solo contemplan resultados correspondientes a 9 años. En dicha tabla puede apreciarse que el máximo de días se presenta en la década de 1941-50 debido principalmente a los máximos de los meses enero, febrero y diciembre. También es significativo la fuerte disminución en el número total de días de helada en las dos últimas décadas.

| | EN | FE | MA | AB | MY | OC | NO | DI | TOTAL |
|---------|------------|------------|-----------|-----------|----|----------|-----------|------------|------------|
| 1931-40 | 134 | 113 | 46 | 12 | 2 | 8 | 56 | 139 | 510 |
| 1941-50 | 190 | 133 | 65 | 5 | 1 | 6 | 72 | 152 | 624 |
| 1951-60 | 130 | 112 | 50 | 23 | | 3 | 72 | 95 | 485 |
| 1961-70 | 138 | 105 | 60 | 10 | 1 | 9 | 57 | 143 | 523 |
| 1971-80 | 145 | 77 | 64 | 20 | | 2 | 89 | 129 | 526 |
| 1981-90 | 155 | 93 | 59 | 13 | | 1 | 46 | 107 | 474 |
| 1991-00 | 146 | 106 | 34 | 13 | | 2 | 44 | 83 | 428 |

TABLA 3. Número mensual y total de días de helada por décadas. En negrita valores máximos

INTENSIDAD DE LAS HELADAS

Está dada por el valor en °C que alcanza el fenómeno anualmente y mensualmente. Las heladas mensuales se clasificaron por intervalos de clases térmicas: muy severas ($T < -10^{\circ}\text{C}$), severas (-8.0 a -9.9°C), muy fuertes (-6.0 a -7.9°C), fuertes (-4.0 a -5.9°C), moderadas (-2.0 a -3.9°C) y suaves (0.0 a -1.9°C). Resultados tabla 4.

| | Suaves | Moderadas | Fuertes | Muy fuertes | Severas | Muy severas |
|----------------|------------|------------|------------|-------------|-----------|-------------|
| 1931-40 | 193 | 163 | 100 | 40 | 12 | 2 |
| 1941-50 | 275 | 214 | 94 | 29 | 8 | 4 |
| 1951-60 | 270 | 143 | 66 | 14 | 1 | 1 |
| 1961-70 | 247 | 177 | 77 | 16 | 6 | 1 |
| 1971-80 | 271 | 181 | 56 | 11 | 2 | 5 |
| 1981-90 | 254 | 153 | 47 | 18 | 2 | |
| 1991-00 | 228 | 138 | 58 | 4 | | |

TABLA 4. Número de heladas por décadas según la intensidad. En negrita valores máximos

PERÍODO LIBRE DE HELADAS

En relación con el calendario de riesgo de las jornadas de frío intenso se distingue también entre los episodios de frío y nieve, que se desarrollan fundamentalmente en los meses de diciembre y enero, y los sucesos de helada de consecuencias agrarias, que prolongan su época de riesgo entre los meses de noviembre y mayo. En este intervalo temporal es posible distinguir tres períodos

de desarrollo de los episodios de helada con diversos efectos territoriales y económicos: a) *heladas tempranas*, ocurridas desde finales de noviembre a mediados de diciembre, de efectos negativos en cultivos hortícolas; b) *período central de heladas*, que va desde la segunda quincena de diciembre hasta la primera quincena de marzo, agrupando los episodios de frío intenso con un mayor volumen de pérdidas en la actividad agraria, puesto que quedan dañados cultivos frutales que conocen entonces la floración o la maduración de sus productos; y c) *heladas tardías*, desde la segunda quincena de marzo hasta la primera quincena de mayo, conocidas como “heladas de primavera”, que comportan graves daños en las producciones frutícolas del campo español, la mayoría en floración, según especies y variedades, a finales de marzo y, sobre todo, en abril.

Es por esto el motivo por lo que se hace necesario determinar las fechas de ocurrencia en cada uno de los años de la primera y última helada en el observatorio de Zamora. Tabla 5.

Como puede apreciarse en la Figura 3 y en la Tabla 5 el máximo absoluto de el período libre de heladas se produce en 1997 con 296 días, seguido de máximos relativos en 1960 y 1984 con 287 días y 275 días respectivamente. Por otra parte el mínimo absoluto se produce en 1934 con 168 días, seguido de 1970 con 175 días. Además la primera helada se presenta en media el día 14 de Noviembre y la última el 2 de Abril; ahora bien, la desviación típica de la serie de fechas de ocurrencia de la primera helada es de 15,1 días y la de la serie de fechas de ocurrencia de la última es de 21,0 días lo que nos indica mayor variabilidad en la ocurrencia de esta última.

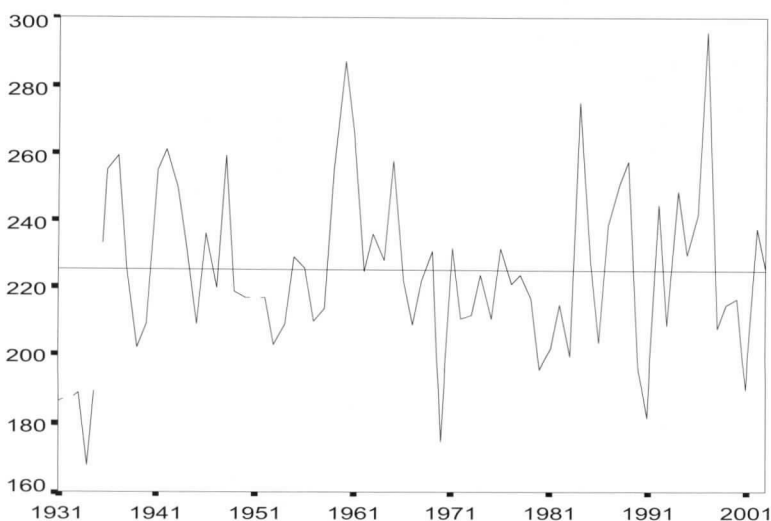


FIGURA 3. Evolución anual del período libre de heladas. En línea recta el valor medio

| | Tmin. absoluta | PRIMERA HELADA (fecha) | ULTIMA HELADA (fecha) | PERIODO LIBRE (nº de días) |
|------|-------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1931 | -7,2 | 28 Octubre | 23 Abril | 187 |
| 1932 | | | | |
| 1933 | -10,4 | 29 Octubre | 22 Abril | 189 |
| 1934 | -9,8 | 17 Octubre | 1 Mayo | 168 |
| 1935 | -7,0 | | | |
| 1936 | -6,6 | 16 Noviembre | 5 Marzo | 255 |
| 1937 | -4,2 | 11 Diciembre | 26 Marzo | 259 |
| 1938 | -7,4 | 25 Noviembre | 12 Abril | 226 |
| 1939 | -4,8 | 21 Noviembre | 2 Mayo | 202 |
| 1940 | -10,4 | 8 Noviembre | 12 Abril | 209 |
| 1941 | -8,6 | 25 Octubre | 11 Febrero | 255 |
| 1942 | -6,8 | 19 Noviembre | 2 Marzo | 261 |
| 1943 | -3,6 | 16 Noviembre | 10 Marzo | 250 |
| 1944 | -7,4 | 11 Noviembre | 22 Marzo | 233 |
| 1945 | -13,4 | 28 Noviembre | 2 mayo | 209 |
| 1946 | -10,4 | 1 Noviembre | 9 Marzo | 236 |
| 1947 | -6,4 | 12 Noviembre | 5 Abril | 220 |
| 1948 | -9,4 | 11 Noviembre | 24 febrero | 259 |
| 1949 | -7,0 | 29 Octubre | 23 Marzo | 219 |
| 1950 | -6,5 | 1 Diciembre | 27 Abril | 217 |
| 1951 | | | | |
| 1952 | -6,2 | 8 Noviembre | 4 Abril | 217 |
| 1953 | -7,2 | 7 Noviembre | 17 Abril | 203 |
| 1954 | -9,2 | 16 Noviembre | 20 Abril | 209 |
| 1955 | -4,5 | 17 Noviembre | 1 Abril | 229 |
| 1956 | -7,8 | 28 Octubre | 15 Marzo | 226 |
| 1957 | -12,0 | 12 Noviembre | 15 Abril | 210 |
| 1958 | -3,8 | 18 Noviembre | 17 Abril | 214 |
| 1959 | -3,8 | 9 Noviembre | 26 Febrero | 255 |
| 1960 | -5,7 | 30 Noviembre | 15 Febrero | 287 |
| 1961 | -5,3 | 6 Noviembre | 12 Febrero | 266 |
| 1962 | -10,0 | 7 Noviembre | 26 Marzo | 225 |
| 1963 | -9,4 | 30 Noviembre | 7 Abril | 236 |
| 1964 | -6,8 | 25 Octubre | 10 Marzo | 228 |
| 1965 | -6,6 | 23 Noviembre | 9 Marzo | 258 |
| 1966 | -4,8 | 30 Octubre | 21 Marzo | 222 |
| 1967 | -8,0 | 29 Noviembre | 3 Mayo | 209 |

TABLA 5. Valores absolutos anuales de temperaturas máximas y mínimas; fechas de ocurrencia de la primera y última helada y número de días anual sin heladas. En negrita valores extremos

| | Tmin. absoluta | PRIMERA HELADA (fecha) | ULTIMA HELADA (fecha) | PERIODO LIBRE (nº de días) |
|-------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1968 | -5,2 | 17 Noviembre | 8 Abril | 222 |
| 1969 | -6,6 | 18 Noviembre | 31 Marzo | 231 |
| 1970 | -8,4 | 22 Octubre | 29 Abril | 175 |
| 1971 | -12,2 | 12 Noviembre | 24 Marzo | 232 |
| 1972 | -13,4 | 25 Noviembre | 27 Abril | 211 |
| 1973 | -5,4 | 10 Noviembre | 11 Abril | 212 |
| 1974 | -4,4 | 23 Octubre | 12 Marzo | 224 |
| 1975 | -7,2 | 9 Noviembre | 11 Abril | 211 |
| 1976 | -6,0 | 14 Noviembre | 26 Marzo | 232 |
| 1977 | -5,0 | 19 Noviembre | 11 Abril | 221 |
| 1978 | -6,2 | 23 Noviembre | 12 Abril | 224 |
| 1979 | -5,0 | 11 Noviembre | 7 Abril | 217 |
| 1980 | -7,4 | 5 Noviembre | 22 Abril | 196 |
| 1981 | -7,2 | 10 Noviembre | 21 Abril | 202 |
| 1982 | -2,6 | 18 Noviembre | 16 Abril | 215 |
| 1983 | -9,2 | 30 Octubre | 12 Abril | 200 |
| 1984 | -4,6 | 19 Diciembre | 18 Marzo | 275 |
| 1985 | -8,2 | 13 Noviembre | 29 Marzo | 228 |
| 1986 | -5,6 | 4 Noviembre | 13 Abril | 204 |
| 1987 | -6,0 | 25 Noviembre | 30 Marzo | 239 |
| 1988 | -5,8 | 20 Noviembre | 13 Marzo | 251 |
| 1989 | -6,2 | 2 Enero | 18 Abril | 258 |
| 1990 | -6,8 | 4 Noviembre | 21 Abril | 196 |
| 1991 | -5,4 | 21 Octubre | 21 Abril | 182 |
| 1992 | -5,8 | 30 Noviembre | 29 Marzo | 245 |
| 1993 | -7,0 | 23 Octubre | 27 Marzo | 209 |
| 1994 | -6,0 | 23 Diciembre | 17 Abril | 249 |
| 1995 | -4,2 | 8 Diciembre | 21 Abril | 230 |
| 1996 | -4,0 | 15 Noviembre | 17 Marzo | 242 |
| 1997 | -5,8 | 4 Diciembre | 10 febrero | 296 |
| 1998 | -6,4 | 7 Noviembre | 12 Abril | 208 |
| 1999 | -5,4 | 20 Noviembre | 18 Abril | 215 |
| 2000 | -5,4 | 10 Noviembre | 6 Abril | 217 |
| 2001 | -10,6 | 8 Noviembre | 1 Mayo | 190 |
| 2002 | -3,6 | 6 Diciembre | 11 Abril | 238 |
| 2003 | -6,4 | 18 Noviembre | 5 Abril | 226 |
| Media | | 14 Noviembre | 2 Abril | 225 |

TABLA 5. Valores absolutos anuales de temperaturas máximas y mínimas; fechas de ocurrencia de la primera y última helada y número de días anual sin heladas. En negrita valores extremos (Continuación)

CONCLUSIONES

Del análisis estadístico efectuado se obtuvieron los siguientes resultados:

- Frecuencias medias de días de helada: Enero: 15,0; Febrero: 10,8; Marzo: 5,4; Abril: 1,4; Mayo: 0,1; Octubre: 0,4; Noviembre: 6,4; Diciembre: 12,4; totalizando: 51,9 heladas medias anuales, en el período 1931-2003.
- Frecuencias por clases térmicas: heladas suaves (0,0°C a -1,9 °C): 48,26%; heladas moderadas (-2,0 °C a -3,9 °C): 32,76%; heladas fuertes (-4,0 °C a -5,9 °C): 13,76%; heladas muy fuertes (-6,0 °C a -7,9 °C): 3,81%; heladas severas (-8,0 °C a -9,9 °C): 1,00%; heladas muy severas (inferiores a -10 °C): 0,41% .
- Fecha media de ocurrencia de la primera helada: 14 de Noviembre; fecha media de última helada: 2 de Abril; fecha extrema de primera helada: 17 de Octubre; fecha extrema de última helada: 3 de Mayo; período medio con heladas: 140 días; período medio sin heladas: 225 días; período extremo con heladas: 197 días; período extremo sin heladas: 287 días; variabilidad de la primera helada: 15,1 días y variabilidad de la última helada: 21,0 días.
- El estudio de la tendencia de las series mensuales y anual de días de helada, así como de la serie de el período libre de heladas mediante la aplicación de tests no paramétricos, solamente conduce a resultados significativos al 95 % y al 99% en las series de días de helada de diciembre y anual, siendo en ambas la tendencia decreciente.

BIBLIOGRAFÍA

- I.N.M. (1996). Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación de España. Serie monografías. Publicación A-143 del Instituto nacional de Meteorología
- I.N.M. (2003). Series estadísticas. Servicio de climatología.
- Sneyers, R. (1975). Sur L'Analyse Statistique des Séries D'Observations. Organisation Météorologique Mondiale, n° 415, Genève, Suisse.



