

TRATAMIENTO INFORMÁTICO DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS PARA APLICACIONES AGRÍCOLAS (I): RADIACIÓN, INSOLACIÓN Y TEMPERATURAS

Alfonso Artigao Ramírez

Rocío Guardado López

José Ignacio Tébar García

Francisco Jesús Villalba Ruiz

Alfonso Artigao Ramírez, Rocío Guardado López y José Ignacio Tébar García están en el Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. Universidad de Castilla-La Mancha.

Francisco Jesús Villalba Ruiz está en el Servicio de Informática. Universidad de Castilla-La Mancha.

INTRODUCCIÓN

EN agricultura, la importancia del clima es tan considerable y alcanza tantos aspectos, que en cualquier tratado de Agronomía, el estudio de los efectos climáticos ocupa amplios espacios. El clima influye en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, en el trabajo de los campos, en la utilización de la tierra, etc.

Al igual que el suelo, el clima es un medio que el técnico agrónomo debe conocer lo mejor posible, pues condiciona en gran medida las posibilidades de éxito en su misión. Sólo después de un perfecto estudio climático, es posible la toma de decisiones sobre implantación de unos cultivos u otros, e incluso sobre las variedades a elegir. El clima, por otra parte, condiciona la productividad total de una determinada explotación, ya que incluso con especies y variedades bien adaptadas su acción es fundamental en los rendimientos.

Asimismo, los parámetros climáticos son datos de partida para el cálculo y diseño de muchas obras e instalaciones de uso corriente en el sector agrario. Valga como ejemplo de lo anterior, el cálculo de evapo-

transpiraciones, las dosis de riego, la calefacción de los invernaderos, el dimensionamiento de obras para conservación de suelos, las características de las obras e instalaciones de almacenamiento y conservación de productos agrarios, etc.

El clima de una zona viene determinado por un conjunto de variables meteorológicas que se van sucediendo a lo largo de períodos de tiempo más o menos amplios, (Jansá, 1989), de ahí que para su caracterización sea clásico contar con los valores que proporcionan los observatorios meteorológicos más cercanos al área de estudio, (Peinado, 1985).

Para estudios climáticos con aplicaciones agrícolas, se considera necesario disponer de datos de 30 años de observaciones pluviométricas y 15 años del resto de parámetros meteorológicos, (Elías y Ruiz, 1977, 1985; Instituto Nacional de Meteorología, 1985, 1988; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1988).

La gran cantidad de datos a manejar hace que los procedimientos de cálculo de situaciones climáticas medias y extremas resulten tediosos, por lo cual en la unidad docente de Edafología-Climatología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete, se ha desarrollado un programa para el tratamiento informático de los datos meteorológicos, en combinación con el Servicio de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha. Este programa denominado AGROCLIMA proporciona una serie de aplicaciones que se irán describiendo en sucesivos artículos.

TRATAMIENTO DE LOS DATOS DE RADIACIÓN

Desde finales de los años 70, los principales observatorios meteorológicos de la red del Instituto Nacional de Meteorología, miden los valores de la radiación solar global recibida, lo cual permite disponer de este importante parámetro meteorológico tan directamente ligado al crecimiento de las plantas y a los intercambios de energía y agua de la atmósfera con la superficie terrestre.

Dado que los instrumentos de medición de la radiación solar global proporcionan valores en unidades diferentes, según sea la casa fabricante del material, el programa permite elegir la unidad en la que se van a introducir los datos (mm/día, cal/cm²/día, julios/cm²/min, etc.)

El programa, elegido un período determinado de años, permite la introducción de los datos medios en cada uno de los meses de los años considerados. Después de introducidos los datos, el programa transforma los datos a mm/día y calcula los datos medios para cada uno de los doce meses y la radiación media anual absoluta, expresada en mm de evaporación de agua equivalente.

En el cuadro nº 1, se refleja un ejemplo de lo antes expuesto, con el resultado del cálculo de los valores de la radiación solar global recibida en el observatorio de Los Llanos (Albacete), en el período 1980-1989. A partir de los datos mensuales introducidos en kilojulios/m²/día, el programa calculó los valores que figuran en dicho cuadro. Como puede observarse, figuran numerosos espacios en blanco, ya que por avería del aparato u otras causas, los datos correspondientes no estaban disponibles en el observatorio. Preveyendo estas situaciones, el programa calcula las medias mensuales considerando sólo los datos existentes. Las medias anuales únicamente se calculan cuando existen registros en todos los meses del año respectivo, y la media anual para el período estudiado, siempre la calcula el programa a partir de los valores medios mensuales del período.

CUADRO Nº 1.
Radiación solar global (mm/día). Los Llanos. Localidad: Albacete. Provincia: Albacete.
Longitud: 1° 51'. Latitud: 28° 57'. Altitud: 680 m. Del año 1980 hasta 1989

AÑO	Enero	Febrer	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Septie	Octub	Novie	Dicie	ANUAL
1980				9.20	9.30	11.50	12.20		8.30	6.30	3.80	3.50	
1981	4.20	5.10	7.30		11.00			11.10	9.60	7.20	5.30	3.60	
1982		5.10	8.00	9.00		12.20	12.00	10.40	8.70	6.30	4.00	3.20	
1983													
1984	3.20	5.00	6.20	8.60	7.50	11.00	11.00		7.40	5.50	3.00	3.10	
1985	3.50	3.80	7.50	9.00	8.80	10.58	10.60	9.80	7.60	5.40	3.30	2.70	2515.70
1986	3.50	3.60		7.60	9.00	10.80		9.20				3.30	
1987	3.10	4.10					10.20		7.60			2.00	
1988	2.70	4.80	7.40				10.60	9.10	7.30	5.00	3.10	3.50	
1989	3.10	3.90	6.10		8.90	10.60			6.20		2.70		
MEDIA	3.36	4.43	7.08	8.68	9.08	11.10	11.10	9.92	7.84	5.95	3.60	3.10	2597.83

TRATAMIENTO DE LOS DATOS DE INSOLACIÓN

Tal como se ha indicado anteriormente, la disponibilidad de datos de radiación es escasa en España y con series históricas cortas, por lo que en muchos casos es preciso determinar los valores de radiación, de modo indirecto, a partir de los datos de insolación (horas reales de sol) medidos en las bandas del heliógrafo.

El programa permite el cálculo, a partir de los datos mensuales proporcionados por el observatorio, de los valores medios de insolación mensuales del período y los totales anuales, tal como se refleja en el cuadro nº 2.

CUADRO N° 2.

Horas de sol. Los Llanos. Localidad: Albacete. Provincia: Albacete.
 Longitud: 1° 51'. Latitud: 28° 57'. Altitud: 680 m. Del año 1980 hasta 1989

AÑO	Enero	Febrer	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Septie	Octub	Novie	Dicie	ANUAL
1980	206.90	152.50	165.70	131.00	298.90	316.90	362.40	287.60	257.20	225.80	198.80	137.70	2732.40
1981	134.10	131.10	255.40	198.10	250.50	325.70	316.90	280.90	237.00	198.20	130.30	143.40	2601.60
1982	187.60	141.20	202.60	231.50	300.10	267.90	327.50	291.70	275.20	226.00	106.30	155.80	2713.40
1983	126.30	187.10	183.90	208.40	174.70	309.80	325.70	308.00	246.90	202.80	111.10	151.90	2536.60
1984	157.10	114.10	265.70	240.30	254.30	310.10	348.80	367.00	251.70	237.90	135.10	131.10	2813.20
1985	180.30	109.20	232.70	217.00	279.40	334.40	337.10	331.00	207.60	187.90	159.90	181.90	2758.40
1986	154.50	158.30	221.90	220.20	315.40	365.70	343.90	289.10	286.90	157.10	157.40	84.70	2755.10
1987	120.00	181.50	278.80	206.60	239.70	253.20	373.30	337.30	286.20	210.80	119.40	215.50	2822.30
1988	142.10	137.70	222.70	234.60	259.50	335.90	353.30	292.20	218.40	237.50	108.70	80.00	2622.40
1989	131.00	229.40	174.60	229.30	282.90	354.70	374.50	317.80	217.80	153.40	190.80	127.70	2783.90
MEDIA	153.99	154.21	220.40	211.70	265.54	317.43	346.34	310.24	248.49	203.74	140.88	140.97	2713.93

TRATAMIENTO DE LOS DATOS TERMOMÉTRICOS

El Instituto Nacional de Meteorología, suministra normalmente, bajo petición, los datos medios mensuales de las temperaturas diarias medias, máximas y mínimas, así como de las temperaturas extremas (máxima y mínima) registradas en el mes considerado.

Una vez introducidos los datos, el programa calcula para cada uno de los meses (enero a diciembre), la media mensual en el período de las temperaturas medias, máximas y mínimas, así como los valores extremos de temperaturas en el período, durante el mes considerado.

En el cuadro n° 3 figura, a modo de ejemplo, los resultados para el mes de enero, en el observatorio de Los Llanos (Albacete), para el período 1980-1989.

A partir de los datos de los doce cuadros mensuales, el programa calcula, con posterioridad, un cuadro de datos medios en el que se reflejan para cada uno de los meses de enero a diciembre, los valores medios de las temperaturas así como los valores medios en el año y los extremos termométricos registrados en el período. Dicho cuadro, para el ejemplo que nos ocupa, figura con el número 4.

Por último, y en lo referente a los datos termométricos, el programa proporciona, de modo automático, un último cuadro denominado «Termometría» que resume los datos de temperaturas y que sirve de base para el cálculo de las clasificaciones agroclimáticas que expondremos en un artículo posterior. En dicho cuadro (cuadro n° 5 en nuestro ejemplo) figuran para cada uno de los doce meses del año, las siguientes temperaturas medias:

- Temperatura media de las máximas absolutas (T'), que el programa calcula como media a partir de la temperatura extrema máxima de cada año del período en el mes considerado.

- Temperatura media de máximas (T), que es la misma que figura en el cuadro nº 4 con esa denominación.
- Temperatura media de medias (tm), que es la misma que figura en el cuadro nº 4 con esa denominación.
- Temperatura media de mínimas (t), que es la misma que figura en el cuadro nº 4 con esa denominación.
- Temperatura media de mínimas absolutas (t'), que el programa calcula como media a partir de la temperatura extrema mínima de cada año del período en el mes considerado.

CUADRO Nº 3.

Temperaturas. Los Llanos. Localidad: Albacete. Provincia: Albacete.
Longitud: 1º 51'. Latitud: 28º 57'. Altitud: 680 m. Del año 1980 hasta 1989.

FECHAS		TEMPERATURAS MEDIAS			TEMPERATURA EXTREMA	
MESES	AÑOS	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA
ENERO	1980	3.40	10.80	-3.90	16.80	-8.60
ENERO	1981	7.00	11.80	2.20	16.00	-6.20
ENERO	1982	4.30	9.10	-3.10	18.40	-6.40
ENERO	1983	4.30	8.20	-0.40	13.00	-7.00
ENERO	1984	3.20	10.20	-1.70	16.20	-9.60
ENERO	1985	4.80	9.70	-0.60	15.60	-9.20
ENERO	1986	4.80	10.90	0.00	16.00	-6.20
ENERO	1987	7.30	10.10	3.80	15.40	-1.20
ENERO	1988	4.40	9.80	-1.20	15.00	-6.80
ENERO	1989	5.10	10.24	0.40	15.00	-5.40
MEDIA		4.86	10.24	-0.45	15.74	-6.36
EXTREMA					18.40	-9.60

CUADRO Nº 4.

Datos medios temperaturas. Los Llanos. Localidad: Albacete. Provincia: Albacete.
Longitud: 1º 51'. Latitud: 28º 57'. Altitud: 680 m. Del año 1980 hasta 1989.

FECHA	TEMPERATURAS MEDIAS			TEMPERATURA EXTREMA	
MESES	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA
ENERO	4.86	10.24	-0.45	18.40	-9.60
FEBRERO	6.42	11.90	0.98	23.60	-20.00
MARZO	8.76	15.79	2.19	27.40	-8.00
ABRIL	11.25	17.45	5.10	27.80	-3.00
MAYO	15.26	22.06	8.52	31.40	-0.40
JUNIO	21.05	28.65	13.47	38.60	6.00
JULIO	24.63	32.90	16.44	41.00	9.20
AGOSTO	23.92	31.62	16.26	38.40	8.50
SEPTIEMBRE	20.81	27.83	13.81	37.60	3.00
OCTUBRE	14.69	20.66	8.74	29.40	-0.60
NOVIEMBRE	9.50	14.41	4.64	29.00	-5.00
DICIEMBRE	5.89	10.70	1.13	21.00	-9.00
AÑO MEDIO	13.92	20.35	7.57		
AÑO EXTREMO				41.00	-20.00

CUADRO N° 5.

Termometría. Los Llanos. Localidad: Albacete. Provincia: Albacete.
 Longitud: 1° 51'. Latitud: 28° 57'. Altitud: 680 m. Del año 1980 hasta 1989.

MESES	T'	T	tm	t	t'
ENERO	15.74	10.24	4.86	-0.45	-6.36
FEBRERO	18.90	11.90	6.42	0.98	-6.74
MARZO	23.48	15.79	8.76	2.19	-3.38
ABRIL	24.28	17.45	11.25	5.10	-0.62
MAYO	28.48	22.06	15.26	8.52	2.50
JUNIO	34.67	28.65	21.05	13.47	8.24
JULIO	38.00	32.90	24.63	16.44	11.92
AGOSTO	36.46	31.62	23.92	16.26	11.63
SEPTIEMBRE	33.78	27.83	20.81	13.81	7.90
OCTUBRE	26.94	20.66	14.69	8.74	2.42
NOVIEMBRE	21.08	14.41	9.50	4.64	-3.02
DICIEMBRE	15.84	10.70	5.89	1.13	-5.74
ANUAL	38.56	20.35	13.92	7.57	-9.12

En la fila «Anual» del cuadro, figuran las medias como promedio de los doce valores mensuales anteriores, si bien para el caso de T' y t' , el procedimiento de cálculo es distinto, ya que se calculan a partir de las extremas de cada año, con independencia del mes que se registren, por lo cual no tienen porqué coincidir con el valor de ninguno de los valores medios mensuales que figuran en el cuadro.

BIBLIOGRAFÍA

- ELÍAS CASTILLO, F. y RUIZ BELTRÁN, L. (1977): *Agroclimatología de España*. Cuaderno INIA n° 7. Ministerio de Agricultura.
- ELÍAS CASTILLO, F. y RUIZ BELTRÁN, L. (1981): *Estudio Agroclimático de la región Castilla-La Mancha*. Dpto. de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA (1985): *Estudio de heladas en España*. Publicación A-76. Madrid. Servicio de Publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA (1988): *Notas para una climatología de Albacete*. Publicación K-28. Madrid. Servicio de Publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología.
- JANSA GUARDIOLA, J. Mª. (1969): *Curso de Climatología*. Madrid. Servicio de Publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN (1988): *Caracterización agroclimática de la provincia de Albacete*. Madrid. Dirección General de la Producción Agraria.
- PEINADO SERNA A. (1985): *Lecciones de Climatología, conceptos y técnicas*. Publicación B-21. Madrid. Servicio de Publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología.