

NUEVA CARTA AGROCLIMATICA DE "HORAS DE FRIO" EN LA ARGENTINA

E.A. DAMARIO y A.J. PASCALE⁽¹⁾

Recibido: 24/10/95

Aceptado: 12/12/95

RESUMEN

Con registros climatológicos del período 1961-90 se computaron las "horas de frío" medias anuales y efectivas para compararlas con las de treintaño 1931-60. Se utilizó la misma metodología original (Damario, 1969) que efectúa la estimación gráfica de las horas de frío mensuales de localidades con temperatura mínima media mensual climática disponible. Las cartas agroclimáticas resultantes muestran una reducción regional en la cantidad disponible de horas de frío anuales, especialmente en las áreas llanas, donde presentó una disminución promedio del 12% con relación a los valores del treintaño 1931-60. La carta actualizada de "horas de frío" efectivas será de utilidad para los consejos de plantación de frutales criófilos, de acuerdo con sus exigencias bioclimáticas de enfriamiento invernal y para los fitomejoradores en la obtención de cultivares adaptadas a las áreas de menor disponibilidad de horas de frío, según los valores actualizados.

Palabras clave: "horas de frío", mínima media mensual, carta agroclimática

A NEW CHILLING HOURS AGROCLIMATIC CHART FOR ARGENTINA

SUMMARY

Mean annual and effective chilling hours were computed using climatic records for the 1961-1990 period. The results were compared with those obtained for the 1931-1960 period using the same methodology (Damario, 1969). The chilling hours were graphically estimated for those locations with available mean minimum temperature records. The computed agroclimatic chart showed a regional decrease in chilling hours, particularly in the plains region with about 12% reduction in annual chilling hours. The updated chart could be used in planin fruit-tree plantations according to their bioclimatic requeriments in winter chilling. Also, the chart can be useful to plant breeders in obtaining improved varieties for those regions with reduced chilling bours.

Keys words: chilling hours, mean minimum temperatures, agroclimatic chart.

INTRODUCCION

Desde hace más de setenta años (Coville, 1920) se reconoce la importancia del requerimiento bioclimático en bajas temperaturas invernales o "exigencia en frío" de ciertas especies vegetales, por ello denominadas criófilas. En los años o lugares en que esta exigencia no es satisfecha adecuadamente, se producen consecuencias culturales desfavorables que se traducen tanto en anomalías en el proceso fenológico primavero-estival

como en la supresión o reducción de sus producciones finales.

La cuantificación agroclimática de esta exigencia, especialmente para especies frutales, se realiza a través del cómputo de las "horas de frío" (HF) o cantidad de horas con temperaturas inferiores a 7° C (Nightingale y Blake, 1934) acumuladas en promedio durante varios años. Con el mejor conocimiento del efecto biológico de los diferentes niveles de temperatura en las distintas especies

⁽¹⁾Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía, U.B.A., Avda. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires.

frutales, se fueron introduciendo variantes en la forma de proceder al cómputo de la cantidad de enfriamiento exigido. Las "unidades de enfriamiento" (Richardson *et al*, 1974) es un importante y bien fundamentado adelanto en el tema.

Sin embargo, dada la sencillez de cómputo y la difusión alcanzada, la mayor parte de las enumeraciones sobre "exigencia en frío" en frutales se califican, en estudios científicos o en catálogos comerciales, por la cantidad de "horas de frío" inferiores a 7° C acumuladas durante el descanso fenológico.

Por no ser informadas en las estadísticas climatológicas corrientes y resultar dificultoso o poco práctico su cómputo a partir de observaciones meteorológicas, se ha procurado desarrollar métodos estimativos de las horas de frío basados en la relación que existe con los valores climáticos de temperaturas mínimas medias mensuales. Así, Damario (1969) propuso un método gráfico mediante el cual, utilizando valores climáticos 1931/60 pudo trazar la carta agroclimática de "horas de fríos" de la Argentina, única información actualmente disponible para estimar la aptitud agrícola regional en lo que respecta a este requerimiento bioclimático.

La tendencia a la suavización que muestran secularmente los valores climáticos de temperaturas mínimas medias mensuales en la Argentina (Pascale y Damario, 1993/94) hacen necesario recalcular los valores de HF del período treintaenal siguiente 1961/90 y trazar una nueva carta agroclimática, lo cual constituye el objetivo de esta contribución.

MATERIALES Y METODO

Para calcular las "horas de frío" por el método gráfico de estimación que toma en cuenta las temperaturas mínimas medias mensuales y anuales (Damario, 1969) se utilizó la información oficial provista por las tres estadísticas climatológicas decenales que cubren el período 1961/90 (Argentina, 1981, 1986 y 1992). Esta información proviene de 139 estaciones meteorológicas en todo el país, 104 de las cuales son comunes a las tres estadísticas y el resto aparecen en por lo menos dos de ellas.

Con esta información se trazaron las cartas agroclimáticas de HF totales anuales y "efectivas",

cubriendo estas últimas solamente el período de descanso, respetando en el trazado de las isóneas el mayor "peso" de la información treintaenal completa.

Estas cartas fueron comparadas con las anteriormente trazadas para verificar si la modificación en los valores de temperaturas mínimas en el período 1961/90 produjo la consecuente reducción en las cantidades de "frío".

La comparación entre las cartas de los dos períodos, no puede resolverse en forma absoluta porque no están fundadas en información climática absolutamente homologable, sea porque se han utilizado estaciones meteorológicas diferentes o porque la ubicación para una misma estación ha sufrido traslado con la consecuente repercusión de la nueva corología externa sobre los datos meteorológicos obtenidos. En efecto, solamente la información de 34 estaciones meteorológicas de las 139 utilizadas puede ser comparable sin mayor restricción, pues sus instalaciones se mantuvieron en el mismo lugar y el ambiente de los alrededores no registró modificación alguna que pudiera resultar causal de variación en las temperaturas invernales. Por supuesto, los datos provenientes de observatorios centrales de ciudades como Buenos Aires, Córdoba, Mendoza, y otros más, no son de ninguna manera comparables pues a pesar de haber mantenido su ubicación registran un marcado crecimiento urbanístico.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro N° 1 se presentan las HF medias anuales del período 1961/90 en comparación con los respectivos valores del período 1931/60 para las 34 localidades con información comparable. En conjunto, las HF totales anuales varían entre 49 (Formosa) y 4441 (Río Gallegos), todas con valores inferiores para el período 1961/90, con disminuciones que van desde el 2% (Goya, S.A. Oeste, Victorica y Junín) hasta el 40% en Rivadavia. La disminución promedio del 12% para las 34 localidades, está estrechamente vinculada con el promedio de 0,33° C de disminución en el valor de la temperatura mínima media invernal de esas mismas localidades en el período 1961/90 (Pascale y Damario, 1993/94).

La carta agroclimática de la Fig. 1 se ha trazado sobre la información de HF de las 139 localidades utilizadas. Los intervalos entre isóneas son variables de acuerdo a la cantidad real de estaciones meteorológicas, a la intensidad y efecto del frío invernal y a la mejor comprensión y claridad de la carta.

Cuadro N° 1. Porcentaje de disminución de las "horas de frío" anuales para el período 1961-90 en 34 estaciones meteorológicas ubicadas en situación geográfica similar que en el período 1931-60

Provincia y Localidad	Horas de frío			Provincia y Localidad	Horas de frío		
	1961-90 A	1931-60 B	$\frac{B-A}{B} \cdot 100$		1961-90 A	1931-60 B	$\frac{B-A}{B} \cdot 100$
Buenos Aires				La Pampa			
Punta de Indio	772	1042	26	Victorica	1365	1395	2
Pergamino	935	1145	18	Macachín	1445	1508	4
9 de Julio	1021	1268	20	Mendoza			
Junín	1059	1074	2	Colonia Alvear	1436	1543	7
Trenque Lauquén	1096	1240	12	San Carlos	2046	2966	21
Azul	1569	1692	7	Río Negro			
Córdoba				San Antonio Oeste	1133	1159	2
Pilar	790	933	15	Cipolletti	1522	1997	24
V. María del R. Seco	806	905	11	Alto Valle	1833	2145	15
Laboulaye	1055	1106	5	Maquinchao	3625	3774	4
Corrientes				Salta			
Monte Caseros	248	350	29	Rivadavia	79	131	40
Goya	278	281	2	San Luis			
Chaco				San Luis	817	1088	25
Villa Angela	195	288	32	Santiago del Estero			
Chubut				Campo Gallo	220	232	5
Trelew	1688	1797	6	Santiago del Estero	395	414	5
Entre Ríos				Santa Cruz			
Victoria	499	551	10	Lago Argentino	3358	3560	6
Paraná	557	609	9	Río Gallegos	3399	4441	24
Mazaruca	728	782	7	Santa Fe			
Formosa				Ceres	426	450	5
Formosa	49	53	5	Esperanza	498	537	7
La Rioja							
Chepes	496	626	21				

Si se compara con la carta similar del treinteoño 1931/60 se observa que la trayectoria de las isolíneas, como es lógico, mantienen un trazado similar acorde con las variaciones topo-gráficas y de oceanidad que influyen en la intensidad del frío invernal. Son más bien horizontales en la parte llana del norte y centro del país, y se toman paralelas a los meridianos a

medida que aumenta la altitud y en la Patagonia, donde el trazado debe considerarse como provisorio por la escasa densidad de estaciones meteorológicas.

Al comparar los valores regionales de HF entre las dos cartas, se puede apreciar también la disminución analizada en el Cuadro N° 1, porcentualmente reducida pero, de confirmarse esa tendencia, en el

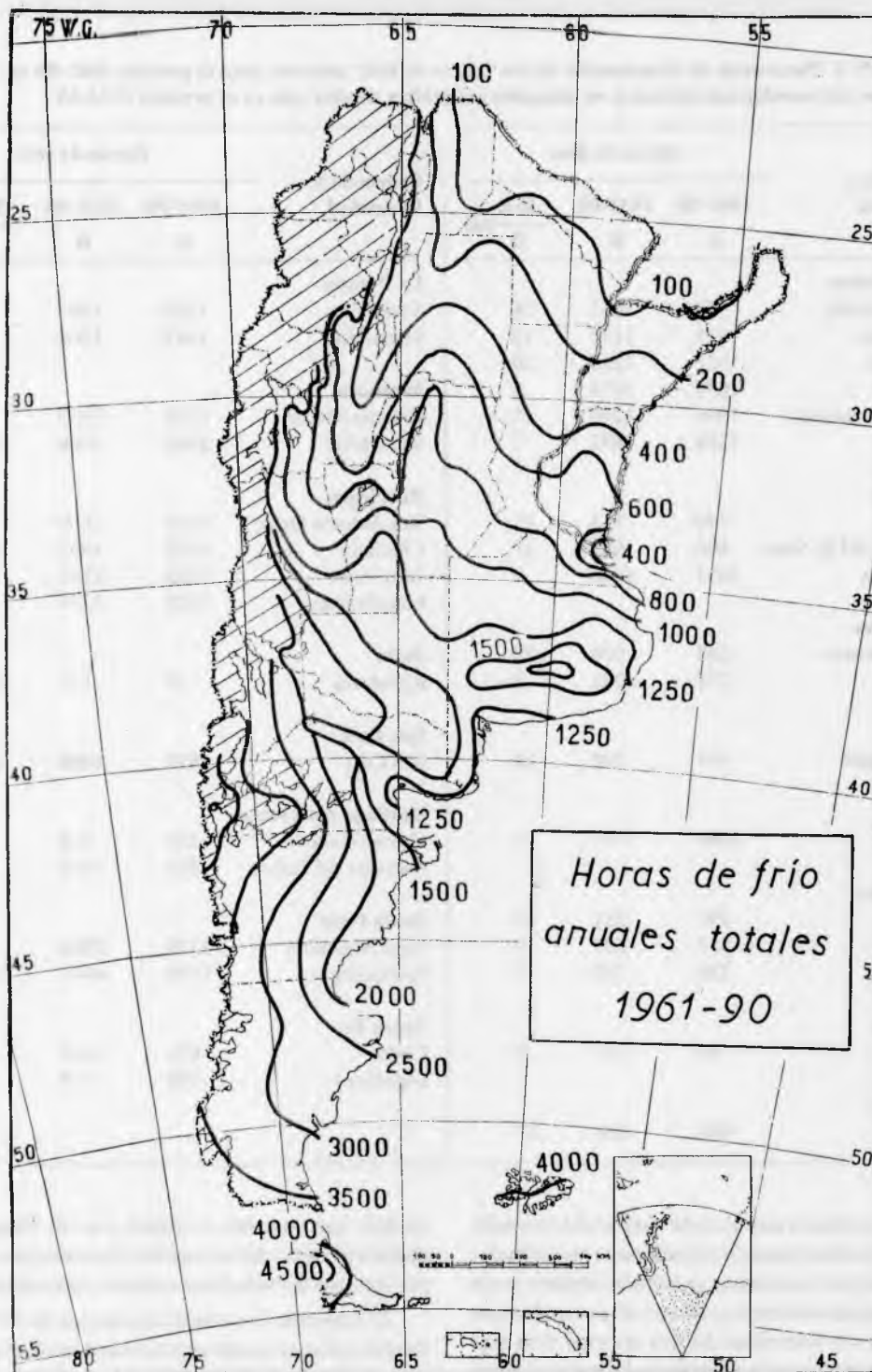


Fig. 1. Carta agroclimática de la estimación de las "horas de frío" medias anuales en el periodo 1961-90

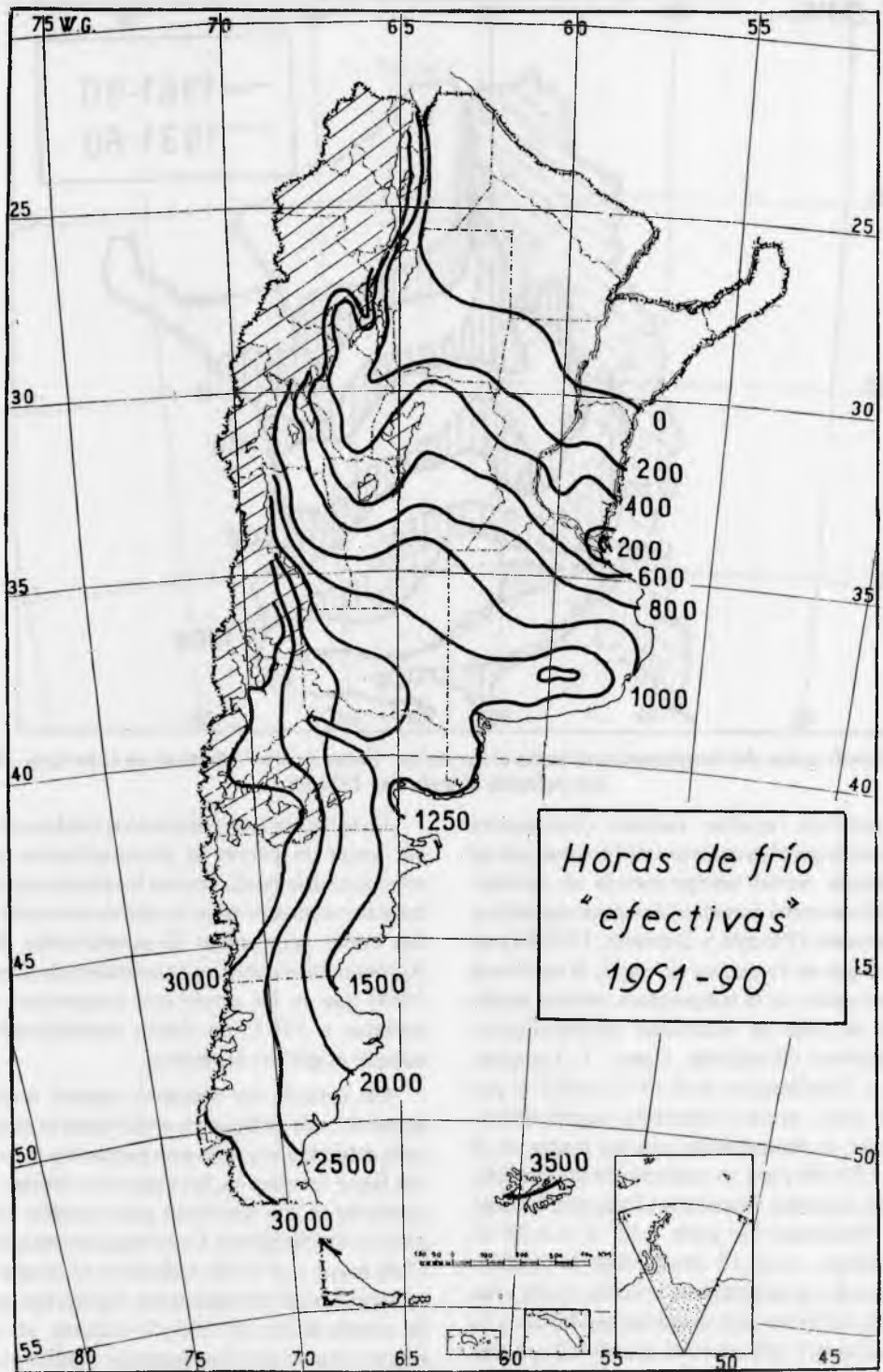


Fig. 2. Carta agroclimática de la estimación de las "horas de frío" efectivas en el periodo 1961-90

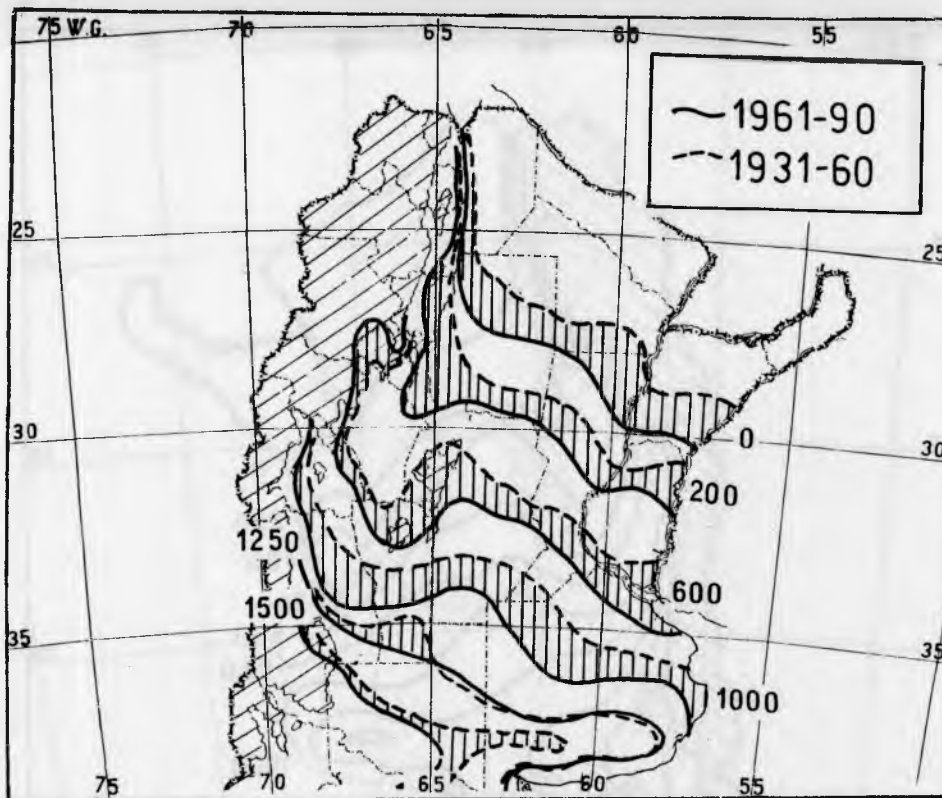


Fig. 3. Zonificación del desplazamiento hacia el sur de las "horas de frío" efectivas en el periodo 1961-90 con relación al treintaño 1931-60

futuro podrían resultar valores ciertamente preocupantes para los cultivos criófilos que, por tal circunstancia, verían comprometida su satisfacción de frío invernal durante el descanso vegetativo. Recientemente (Pascale y Damario, 1993/94), se demostró que en lo que va del siglo, la tendencia a la suavización en la temperatura mínima media del mes de julio en estaciones meteorológicas representativas (Rivadavia, Ceres, T. Lauquén, Victoria y Cipolletti) es de $0,23^{\circ}\text{C}$ a $0,42^{\circ}\text{C}$ por cada 10 años, valores altamente significativos. Igualmente, la temperatura mínima media en el periodo 1941/90 para un conjunto de 60 localidades en las regiones, Noroeste, Chaqueña, Litoral, Cuyo y Pampeana fue entre $0,15^{\circ}\text{C}$ y $0,28^{\circ}\text{C}$ menos intensa, cada 10 años. Dada la relación existente entre la temperatura mínima media y las HF puede inferirse una sostenida tendencia a la disminución del frío invernal bioclimáticamente computable.

En la Figura 1 se representó el total anual de HF sin tomar en cuenta la devernalización que se supone podría producirse en los meses con temperaturas máximas medias lo suficientemente elevadas como para anular la acumulación de HF. Agroclimáticamente, se ha considerado (Damario, 1969) que en los meses con temperatura media superior a 14°C no deben contabilizarse HF aunque el gráfico las estime.

Un período de descanso normal transcurre desde la caída de hojas en otoño hasta la iniciación de la actividad vegetativa en primavera cuando, en ese lapso fenológico, las especies criófilas deben acumular el frío necesario para cumplir sus exigencias bioclimáticas. Cronológicamente, entre el 1° de mayo y el 30 de setiembre se acepta como período normal de reposo sin vegetación activa y de acumulación de frío. Si durante el mismo ocurren meses con temperaturas medias superiores a 14°C , la acumulación de HF de tales meses

deberá descontarse. La suma de HF en los meses restantes se consideran como "efectivas".

Al computar las HF según el criterio anterior se genera la carta de la Figura 2 que al compararla con la Fig. 1 muestra disminuciones por la devernalización que se produce en los meses extremos del período de descanso hacia el norte del paralelo 34° aproximadamente, quedando definida la zona norte del país sin invierno para las especies criófilas. Prácticamente al sur del paralelo 34° los cómputos en el período 1° de mayo-30 de setiembre siempre superan las 1000 HF efectivas, asegurando en esa amplia región la satisfacción bioclimática de frío, aún para los cultivares más exigentes. Sólo se observarán anomalías fenológicas y fenométricas en los años que registren fluctuaciones de temperaturas invernales elevadas, las que repercutirán negativamente en el comportamiento particular de ese año en los cultivares de especies allí adaptadas a un valor más alto de horas de frío.

Finalmente, para dejar establecidas las diferencias en la comparación de las situaciones resultantes en los cómputos de los treinteños 1931-60 y 1961-90, se presenta la Fig. 3, en la cual se superpusieron ambas cartas de "horas de frío" efectivas. Las áreas rayadas indican el desplazamiento hacia el sur de las isolíneas de 0, 200, 600, 1000, 1250 y 1500 HF debido al calentamiento invernal en el período 1961-90. Esta reducción del frío invernal se hace evidente

en las partes llanas del país y poco notable en las elevadas como en la precordillera o en las alturas cordobesas o bonaerenses y hacia regiones del sud. En la carta no se presenta la Patagonia por la escasa cantidad comparable de estaciones meteorológicas en los dos períodos treintaños y porque la disponibilidad de "horas de frío" efectivas es lo suficientemente elevada como para satisfacer, en las áreas de cultivo posibles, la exigencia en frío de las especies criófilas más exigentes.

CONCLUSIONES

La estimación agroclimática de "horas de frío" totales anuales y efectivas, para el período 1961-90, en comparación con los valores similares del treinteño anterior, puso en evidencia que el calentamiento invernal, debido a un aumento de la temperatura mínima media del trimestre más frío, produjo en la Argentina una disminución del número medio de horas por debajo de 7° C, necesario para la satisfacción del enfriamiento en el descanso de especies criófilas.

El menor enfriamiento fue evidente en las áreas llanas y poco pronunciado en las elevadas y en la Patagonia.

Las nuevas cartas agroclimáticas de "horas de frío" totales y efectivas basadas en registros climáticos actuales, reemplazan a las anteriormente vigentes.

BIBLIOGRAFIA

- ARGENTINA, 1981. Estadística Climatológica 1961-70. Serv. Met. Nac. Serie B. N° 35. 188 pág.
- ARGENTINA, 1986. Estadísticas Meteorológicas 1971-80. Serv. Met. Nac. Serie B. N° 36. 169 pág.
- ARGENTINA, 1992. Estadísticas Climatológicas 1981-90. Serv. Met. Nac. Serie B. N° 37. 709 pág.
- COVILLE, F.V., 1920. The influence of cold in stimulating the growth of plants. *Journal Agricultural Research*, 20(2): 151-160.
- DAMARIO, E.A., 1969. Carta estimada de horas de frío de la República Argentina. *Rev. de la Fac. de Agron. y Vet. de Bs.As.*, 17(2): 25-38.
- NIGHTINGALE, G.T. and M.A. BLAKE, 1934. Effects of temperatures on the growth and composition of Stayman and Baldwin apple tree. New Jersey Agricultural Experimental Station *Bull.* N° 566. New Brunswick.
- PASCALE, A.J. y E.A. DAMARIO, 1993/94. Tendencia de la amplitud térmica diaria en la Argentina desde 1901 hasta 1990. *Rev. Facultad de Agronomía*, 14(2): 127-138.
- RICHARDSON, A., S.D. SEELEY and D.R. WALKER, 1974. A model for estimating the completion of rest for Red - haven and Elberta peach trees. *Hort Science*, 9(4): 331-332.

