

Carta estimada de horas de frío de la República Argentina

E. A. DAMARIO ¹

(Recibido : 20 de mayo de 1968)

RESUMEN

La cantidad de « horas de frío » acumulada durante el período de descanso es el principal elemento biometeorológico regulador de la fenología y producción de las especies frutales caducifolias. El conocimiento de las disponibilidades medias o normales de « horas de frío » en las regiones actuales y posibles de cultivo, es entonces de particular interés para estudios agroclimáticos sobre tales especies.

En este trabajo se presentan las cartas de horas de frío — anuales y del período de descanso — de la República Argentina confeccionadas conforme a las estimaciones obtenidas mediante un método gráfico original, aplicable a toda localidad de la cual se conozcan los valores climáticos de temperaturas mínimas medias mensuales.

SUMMARY

Accumulated « dormancy units » during the rest period is the principal biometeorological factor governing the phenology and production of deciduous fruit trees. Thence, the average or normal « dormancy units » knowledge of the present and potential fruit regions is particularly important in agroclimatic studies.

This paper shows the « dormancy units » charts -annual and of the rest period- of the Argentine Republic made according to the estimation obtained through an original graphic method with which it is possible to compute « dormancy units » to any locality whose climatic values of monthly minimum temperatures are known.

INTRODUCCION

Uno de los objetivos fundamentales de la Agroclimatología consiste en evaluar la aptitud agrícola de los distintos climas. Para ello recurre a la interpretación de las condiciones climáticas mediante la utilización de índices de extracción biometeorológica, con los que es posible sensibilizar aquellas en función de las exigencias y tolerancias de los cultivos.

Algunas de tales exigencias o requerimientos bioclimáticos, aunque admitiendo particularidades específicas o varietales, se presentan comunes a un grupo de cultivos. Tal es el caso de la llamada

“exigencia en frío” de las especies vegetales perennes de follaje caduco, por ello designadas criófilas.

Es a partir de los trabajos de COVILLE (1920), que comienza a señalarse con énfasis creciente la acción favorable de las bajas temperaturas durante el período de descanso de ciertas especies arbóreas o arbustivas, cuyo normal despertar vegetativo de primavera queda condicionado a las características térmicas del invierno precedente.

La valoración cuantitativa de esta exigencia recién se generaliza después que NIGHTINGALE & BLAKE (1934 a y b) llegaron a determinar los 7° C como la temperatura mínima de crecimiento para ramitas de durazneros y manzanos.

Con posterioridad, este mismo valor de 7° C fue usado como límite superior de las temperaturas

¹ Profesor Asociado del Departamento de Ecología, orientación Climatología y Fenología Agrícolas de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires.

con acción favorable de enfriamiento, designándose como "horas de frío", "horas de enfriamiento" o "unidades de dormición" a la cantidad de horas en que la temperatura del aire permanece debajo de tal nivel. Aunque este valor térmico no es uniforme ni aplicable por igual a todas las especies y variedades, es mundialmente aceptado como límite medio adecuado para el cómputo de las horas de frío. Su utilización ha permitido explicar con éxito las variaciones, fenológicas y productivas, que muestran las especies criófilas —y especialmente los frutales cultivados— cuando deben cumplir su descanso bajo diferentes grados de enfriamiento a consecuencia de variaciones anuales o geográficas.

Desde el punto de vista agroclimático, las horas de frío normalmente acumulables durante el período de descanso constituyen entonces, un índice o parámetro adecuado para evaluar las disponibilidades de enfriamiento de los distintos lugares.

De igual manera que para otros elementos de conspicua acción bioclimática, resulta de gran utilidad el disponer de cartas que muestren las características de su distribución geográfica. El trazado de tales cartas presupone el cómputo de los valores normales mensuales de horas de frío registradas por las estaciones meteorológicas, con exactitud a partir de los registros del termógrafo, o con aproximación aceptable mediante las temperaturas horarias observadas o extractadas de los termogramas.

Sin necesidad de realizar su cómputo directo, las horas de frío pueden también estimarse usando como referencia algún parámetro térmico con el que, es lógico suponer, exista una definida relación de dependencia. Coeficientes de correlación elevados y muy significativos han sido hallados, por muchos investigadores, entre la cantidad de horas de frío acumuladas durante el invierno o el período de descanso por un lado, y la temperatura media o mínima media del mes, bimestre o trimestre más fríos del año, por el otro. En correspondencia con la significación de estos coeficientes, las ecuaciones de regresión derivadas demostraron un alto valor de ajuste.

Lamentablemente, estos coeficientes y fórmulas estimativas resultan esencialmente locales, pudiéndose extender su aplicación solamente a localidades con condiciones climáticas muy similares en

cuanto a la intensidad y amplitud térmica mensual y anual. La aplicación de una misma fórmula a localidades geográficamente vecinas, puede producir groseros errores de estimación.

Trabajos sobre distribución geográfica de este elemento bioclimático son muy escasos en la bibliografía y reducidos a comparaciones de carácter regional restringido. Como excepción, BARAK (1964) ha intentado una zonificación de Israel estimando las unidades de dormición regionales mediante la fórmula propuesta por WEINBERGER (1956) para Georgia, USA, suponiendo su adecuación a las condiciones climáticas israelíes. La ausencia de valores comprobatorios impide juzgar los resultados obtenidos.

En el presente trabajo se desarrolla un método gráfico para estimar las horas de frío medias mensuales de cualquier localidad cuyos valores climáticos de temperaturas mínimas medias sean conocidos.

Si bien el método ha sido realizado para la Argentina, se espera que pueda aplicarse en otros países, con los ajustes correspondientes.

Su desarrollo ha permitido confeccionar la carta argentina de horas de frío como un aporte al mejor conocimiento agroclimático del país.

MATERIAL Y METODOS

Al analizar los valores de horas de frío mensuales computados por PASCALE y ASPIAZÚ (1965) para Buenos Aires, pudo observarse que, independientemente del mes o del año, al graficarlos en correspondencia con las respectivas temperaturas medias o mínimas medias mensuales (SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 1946 a y b), los puntos resultantes se disponían formando una curva con poca dispersión. En la figura 1 se muestran esos ordenamientos para los 60 valores correspondientes a los meses de abril a setiembre del período 1928-37, así como las respectivas curvas de ajuste trazadas a mano levantada.

Al volcar, en los mismos gráficos, los promedios decenales de horas de frío y de temperaturas medias o mínimas medias de cada mes, pudo comprobarse que los puntos resultantes reproducían con mucha aproximación las rectas de ajuste primarias.

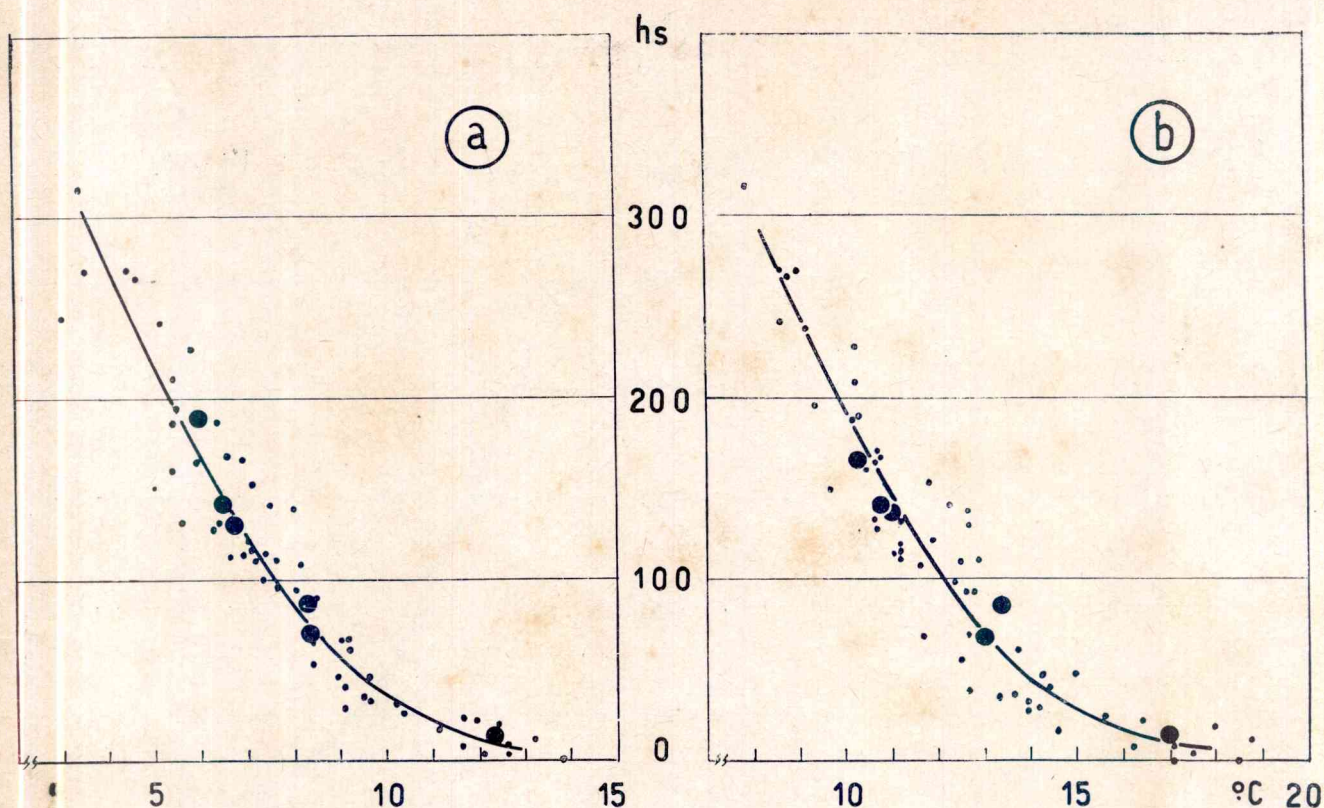


Fig. 1. — Horas de frío mensuales registradas durante el período abril a setiembre de cada año del decenio 1928-37, en Buenos Aires, punteadas contra las correspondientes temperaturas mínimas medias (a), y medias mensuales (b). Los puntos más grandes corresponden a los promedios decenales para los mismos meses.

Este resultado, ya citado por MARKUS (1952) para Porto Alegre, Brasil, permitía vislumbrar la posibilidad de estimar con suficiente aproximación las horas de frío medias mensuales de cualquier localidad en función de parámetros climáticos simples y comunes.

La confirmación de esta presunción quedaba supeeditada a: 1°) que las curvas se mostraran invariables cualquiera fuera el régimen térmico de las distintas localidades y, 2°) que para una misma localidad mantuvieran su forma y posición para valores climáticos computados a partir de diferentes períodos de tiempo.

Para la comprobación de estas premisas, decidióse continuar el análisis utilizando únicamente las temperaturas mínimas medias. La razón para ello fue la suposición que, a los efectos de la proyectada extensión geográfica del trabajo, indicarían mejor que las temperaturas medias la intensidad del enfriamiento invernal.

La constancia en la forma y ubicación de la curva al variar los períodos climatológicos consi-

derados, se comprobó mediante el cómputo, siempre para Buenos Aires, de los promedios mensuales de horas de frío para las series decenales 1941-1950 y 1951-60 y para el treintenio 1931-60, las que

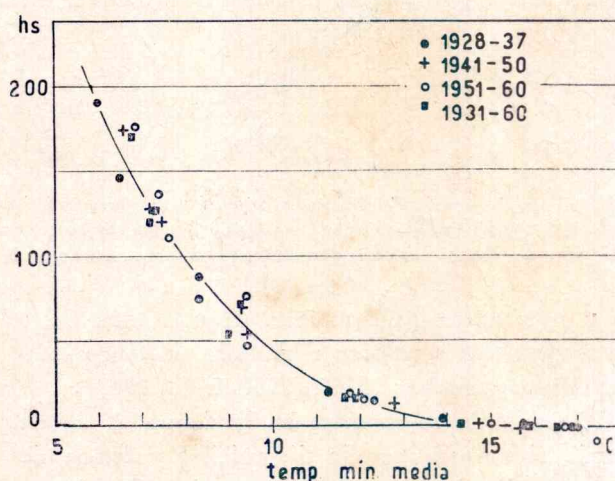


Fig. 2. — Correlación entre promedios mensuales (abril a setiembre) de horas de frío y de temperatura mínima media, en Buenos Aires, computados para diferentes períodos climáticos.

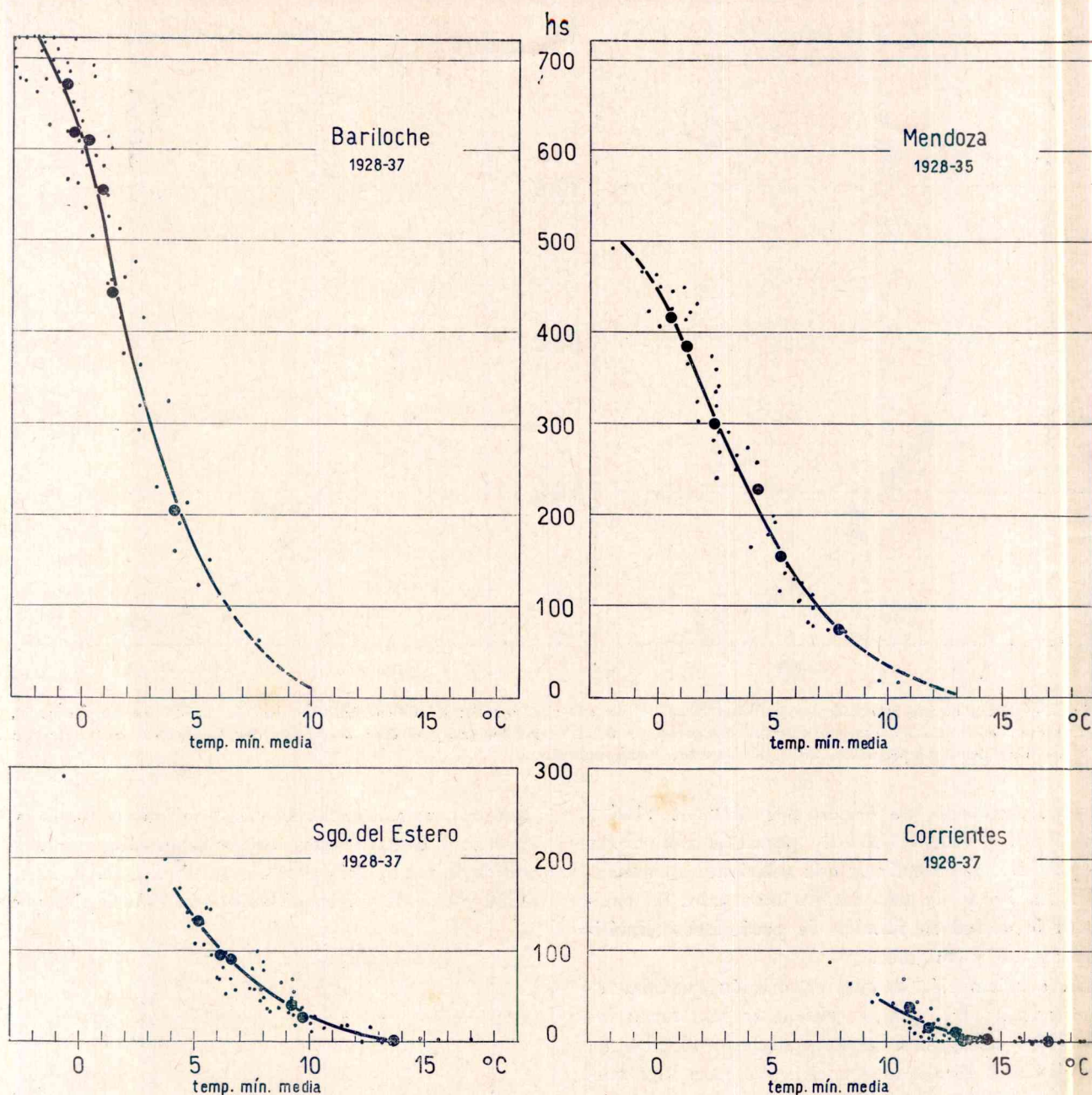


Fig. 3. — Curvas de ajuste interpoladas, a mano levantada, sobre los punteos (●) entre promedios decenales (1928-37) de horas de frío de los meses de abril a setiembre y las respectivas temperaturas mínimas medias de cuatro localidades argentinas. Los puntos pequeños (+), corresponden a los valores mensuales de cada uno de los años de la serie promediada.

se representaron gráficamente en oposición a los correspondientes valores climáticos de temperaturas mínimas medias (SMN, 1958, 1963, 1967).

El resultado se muestra en la figura 2, donde puede observarse que la disposición y forma de la curva de ajuste se mantiene casi inalterable a pesar de la variación en los promedios térmicos mensuales.

Dada la índole de los valores correlacionados, resultaba lógico sospechar que la curva encontrada para Buenos Aires, no podría aplicarse como estimativa para otras localidades, es decir, cada localidad produciría una curva particular, tanto más disímil de aquella cuanto más lo fueran sus regímenes térmicos. Para comprobar esta hipótesis se computaron las horas de frío registradas du-

rante los meses de abril a setiembre inclusive en diez y siete localidades argentinas, seleccionadas para cubrir distintas situaciones climáticas, a saber: Azul, Corrientes, Santiago del Estero, Tucumán, Salta, Cipolletti, Mendoza, Bariloche, Paraná, La Rioja, San Juan, Río Gallegos, Comodoro Rivadavia, Santa Rosa, Junín, Córdoba, Ceres y Posadas, cuya ubicación geográfica se indica en el cuadro 2.

Los cálculos se realizaron a partir de los valores horarios de temperatura existentes en el archivo del servicio meteorológico argentino, correspondientes al período 1928-37 para las ocho primeras localidades listadas. Para las restantes, sólo se computaron distintos períodos quinquenales, suponiéndose que la inalterabilidad en el trazado de la curva para Buenos Aires podría extenderse a cualquier otra localidad, haciendo innecesario la homologación de las series. Todos los valores men-

suales de horas de frío así computados se corrigieron para llevarlos a meses de 30 días.

Como era de esperar, al graficar estos promedios mensuales en relación con las mínimas medias respectivas, cada localidad produjo una curva propia y distinta; a título de ejemplo, cuatro de ellas se reproducen en la figura 3. En general, las curvas tendían a ser tanto más empinadas cuanto más frío el invierno, aunque al representarla todas juntas en un mismo gráfico, no mostraban ningún ordenamiento definido que permitiera anticipar la forma y ubicación correspondiente a una localidad determinada (figura 4 A).

Para lograr este ordenamiento, tanto en la posición como en la forma de las curvas, se ensayaron diversos parámetros simples o combinados, llegándose a encontrar que el promedio de las temperaturas mínimas medias (climáticas) de los cinco meses más fríos era el valor que permitía

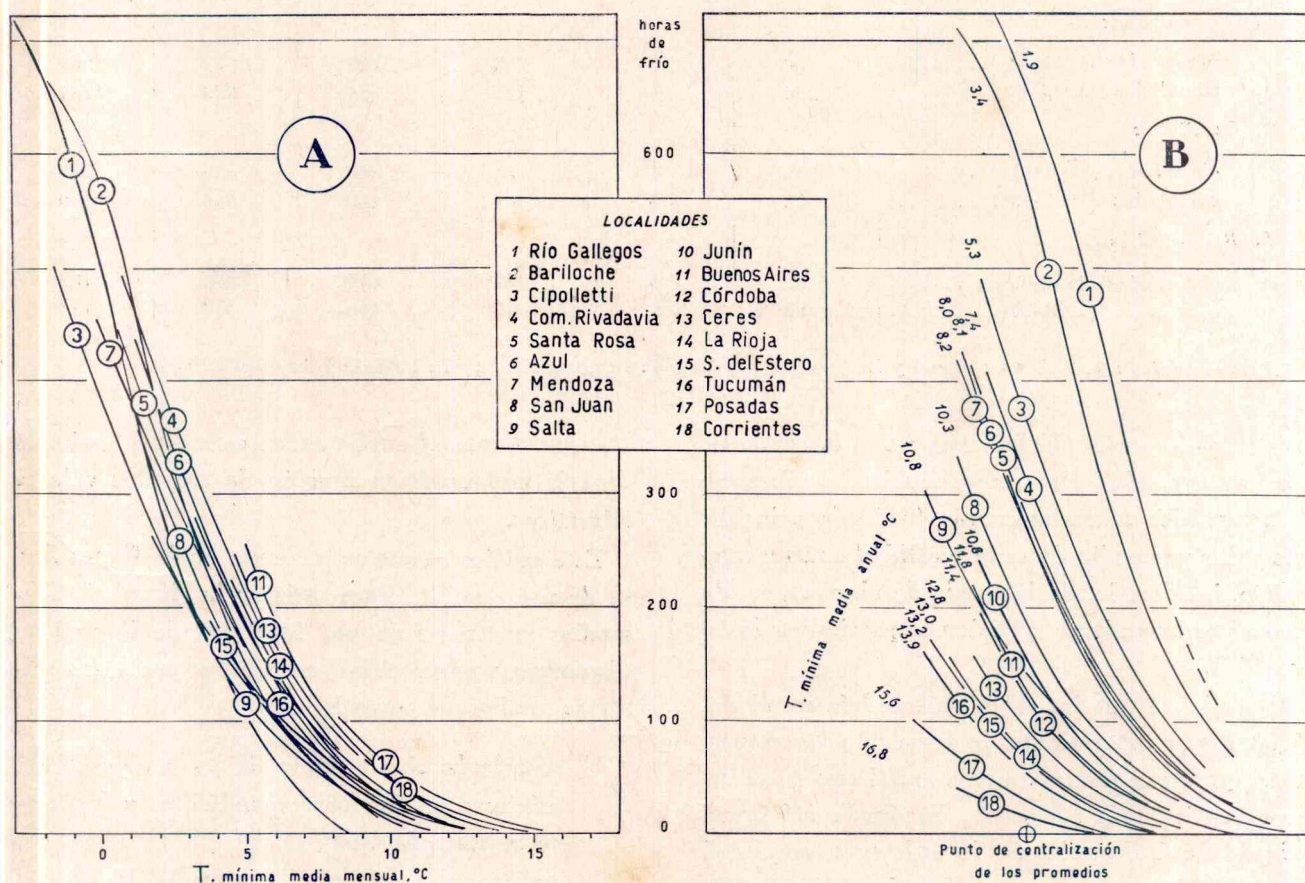


Fig. 4. — Representación conjunta de las curvas de ajuste correspondientes a las localidades analizadas. En A, sobre una escala térmica común; en B, sobre una escala térmica distinta para cada localidad, resultante de asignar al punto marcado, el valor del promedio de las mínimas medias de los cinco meses más fríos del año.

CUADRO 1. Comparación entre las horas de frío registradas en diversas localidades argentinas y las estimadas mediante el método gráfico

Localidad y períodos	Horas de frío en					
	Primavera (S, O, N)	Verano (D, E, F)	Otoño (M, A, M)	Invierno (J, J, A)	Año	Mes más frío
1. <i>Carmen de Patagones</i> :						
observadas (1902-46).....	208	2	150	794	1153	289
calculadas (1901-50).....	237	2	161	806	1206	292
2. <i>Fortín Mercedes</i> :						
observadas (1902-46).....	266	7	237	813	1324	297
calculadas (1928-60).....	253	0	197	930	1380	312
3. <i>Puerto Madryn</i> :						
observadas (1902-46).....	292	4	289	1025	1610	386
calculadas (1901-40).....	357	14	270	984	1625	362
4. <i>Trelew</i> :						
observadas (1902-46).....	366	27	431	1139	1963	405
calculadas (1931-60).....	344	10	337	1106	1797	386
5. <i>Punta Indio</i> :						
observadas (1933-42).....	190	7	154	582	932	254
calculadas (1933-42).....	204	3	155	624	986	247
6. <i>La Plata</i> :						
observadas (1933-42).....	81	1	54	389	525	161
calculadas (1933-42).....	86	0	63	400	549	160
7. <i>Buenos Aires</i> :						
observadas (1911-60).....	82	0	94	479	655	188
calculadas (1901-50).....	98	0	77	468	643	171

Fuente de datos : 1, 2, 3 y 4 : Bosso y Burgos (1948) ; 5 y 6 : Burgos (1944) ; 7 : Pascale y Aspiazú (1965).

la mejor ubicación diferenciada sobre la escala de temperatura. En efecto, reproduciendo sobre un mismo gráfico todas las curvas, haciendo coincidir este valor promedio de cada localidad con un punto fijo, invalorado, de la escala de abscisas, se obtuvo el ordenamiento posicional que indica la figura 4 B.

Logrado esto, se investigó cuál podría ser el parámetro que determinaba la forma de las curvas. La temperatura mínima media anual resultó el valor climático más adecuado, quedando así jerarquizada la influencia de la diferente amplitud anual, tal como se muestra en la misma figura 4 B.

Con las generalizaciones e interpolaciones necesarias, fue posible entonces construir un diagrama

tipo, mediante el cual pueden estimarse las horas de frío mensuales en función de esos dos valores climáticos.

Este gráfico —que se presenta en la figura 5— es de uso sencillo. Para estimar la horas de frío medias mensuales de una localidad de la cual se dispongan valores climáticos de temperaturas mínimas medias, se procede así:

- 1) se calcula el promedio de las temperaturas mínimas medias correspondientes a los cinco meses más fríos;
- 2) se valoran las divisiones de la escala térmica sobre el eje de abscisas del gráfico: para ello, se asigna a la división destacada en el

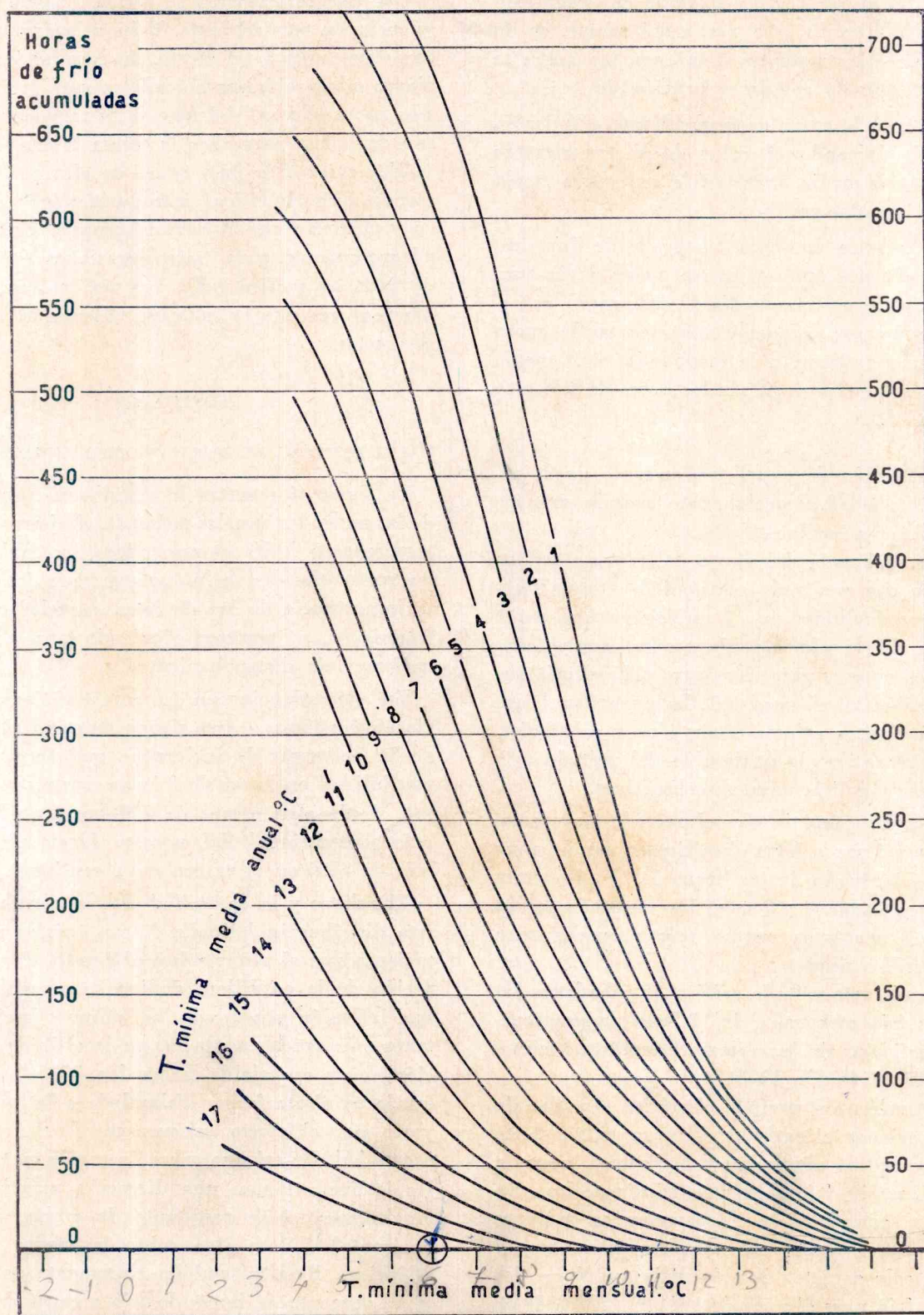


Fig. 5. — Diagrama para la estimación de las horas de frío medias mensuales

centro de la escala, el valor del promedio hallado en 1), y a partir del mismo, se da valor a las restantes divisiones, las cuales se han trazado con la separación de 1°C ;

- 3) se traza la curva correspondiente a la localidad, ubicando el valor de la temperatura mínima media anual en la respectiva escala oblicua del gráfico;
- 4) se estiman entonces las horas de frío, entrando por abscisas con el valor de la temperatura mínima media de cada mes y ascendiendo por ordenadas hasta cortar la curva correspondiente a la localidad: en la escala de ordenadas se leerán las horas de frío estimadas.

La utilización de papel transparente puede resultar de utilidad, especialmente cuando se trata de calcular varias localidades.

La comprobación del ajuste del método gráfico propuesto, fue realizada aplicándolo a otras localidades, no incluidas en el análisis previo, cuyas horas de frío realmente observadas, computadas por varios autores para fines agro o bioclimáticos, se transcriben en el cuadro 1. La pequeñez de las diferencias entre valores observados y calculados, permite garantizar la utilización del método estimativo para aplicaciones agroclimáticas.

Es necesario repetir que el método sirve solamente para fines y datos climáticos, y no debe ser aplicado al cálculo de las horas de frío de meses o años particulares. Además, los resultados serán tanto más ajustados cuanto más normales sean los promedios usados.

Utilizando este método gráfico, se calcularon las horas de frío mensuales de 72 localidades argentinas, partiendo de los valores climáticos treinta-ñales 1931-60 (SMN, 1967).

La extensión del período climático considerado permite asignar el carácter de normalidad, tanto a los promedios mensuales de mínimas, como a los de horas de frío estimadas mediante los mismos. Para completar la información en regiones no cubiertas por esta red primaria, se estimaron —con el solo carácter de referencia auxiliar— las horas de frío para el período 1941-60 (SMN, 1958, 1963) de otras 30 localidades. La ubicación de todas ellas, los períodos considerados y los resultados obtenidos figuran en el cuadro 2.

Con esta información se trazaron las cartas que se incluyen más adelante. Debe aclararse que fueron eliminadas a tal efecto, las localidades o estaciones meteorológicas ubicadas a más de 1000 metros sobre el nivel del mar. Tres razones se tuvieron en cuenta para ello: la escasa información climática disponible para zonas de altura, las variaciones microclimáticas introducidas por el relieve y el hecho que el método propuesto no rindió adecuadamente para tales situaciones (ver curva de Salta en gráfico 4 B). Las regiones con altitudes mayores que la indicada, figuran rayadas en las cartas.

RESULTADOS

CARTA ESTIMADA DE HORAS DE FRÍO ANUALES

La figura 6 muestra la distribución geográfica de las normales anuales estimadas de horas de frío, mediante las isolíneas respectivas, las cuales, para no restar claridad a la carta y para jerarquizar la importancia de las distintas cantidades de enfriamiento, se trazaron siguiendo una escala no uniforme de distanciamiento.

En concordancia con las características del invierno, las líneas —que siguen de cerca el trazado de las isotermas de invierno— muestran una disponibilidad en horas de frío creciente con la latitud, desde algo menos de 100 horas en la parte más septentrional del noreste formoseño, hasta más de 4500 en el extremo sur continental.

El relieve y la oceanidad alteran sensiblemente esta distribución latitudinal, con iguales manifestaciones que al obrar sobre el campo térmico. La acción de la cordillera andina se manifiesta por una inflexión general de las isolíneas hacia el N, tanto más aguda cuanto mayor la altitud; esta acción, bien apreciable hasta los 35° de latitud, queda en cierta forma disimulada a latitudes mayores por el efecto concurrente de la creciente oceanidad. Es así que sobre la región patagónica, las isolíneas toman una dirección prácticamente longitudinal como resultante de ambos factores, horizontalizándose algo sobre las zonas costeras atlánticas. Resalta también claramente en la carta, el aumento de horas de frío a causa de las serranías cordobesa y bonaerense, así como en sentido inverso, la cuña de disminución operada por el río Paraná.

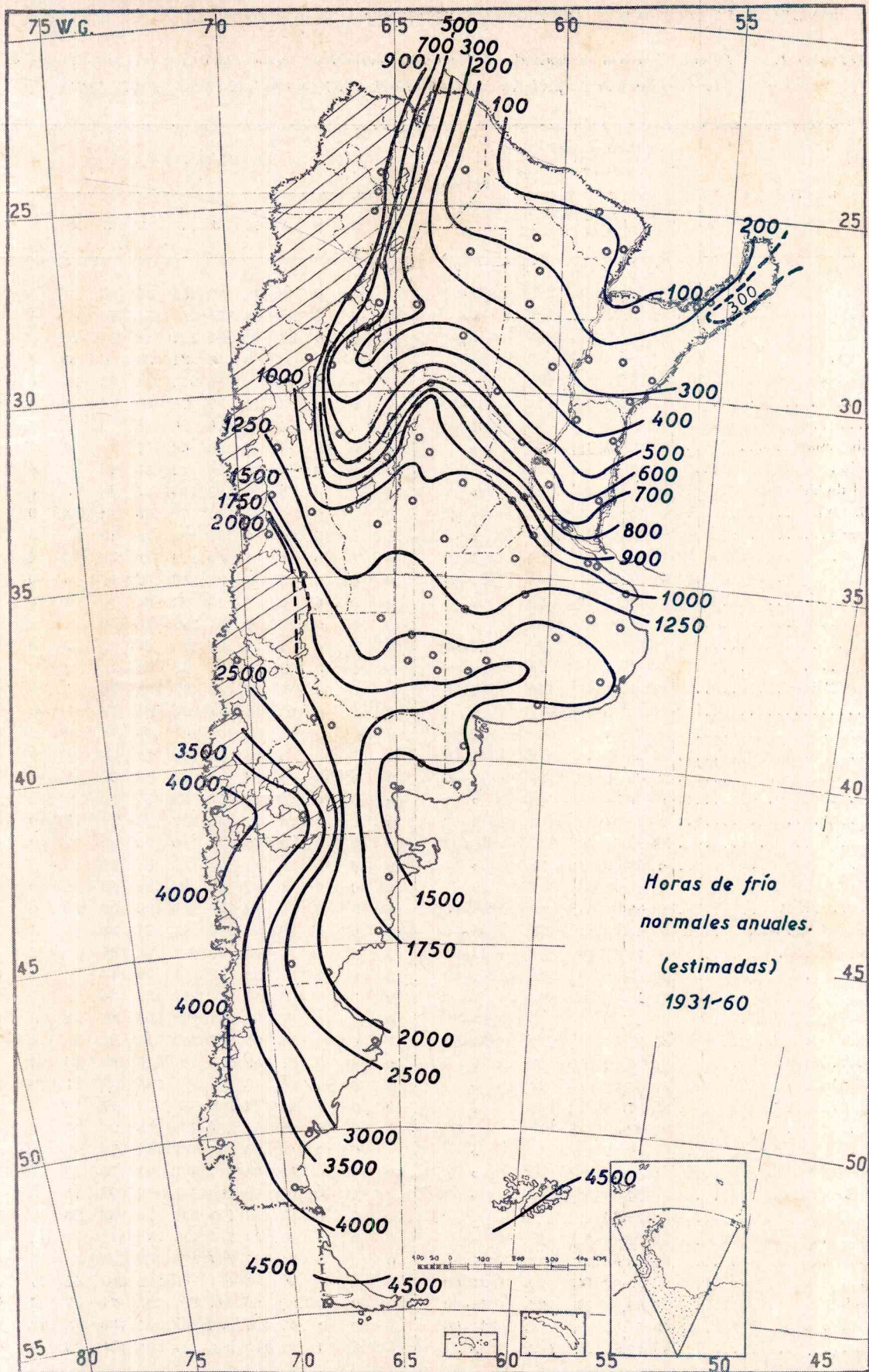


Fig. 6. — Carta estimada de horas de frío anuales de la República Argentina (1931-60)

CUADRO 2. — Horas de frío medias mensuales de localidades argentinas, estimadas mediante el método gráfico con los valores climáticos de los períodos 1931-60 (SMN, 1967) o 1941-60 (SMN, 1957, 1963)

Localidad	Coordenadas geográficas			Período climatológico	Horas de frío												Año
	Lat. S	Long. W G.	Alt. m		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Rivadavia.....	24 10	62 54	205	1931-60	0	0	0	0	12	29	51	34	5	0	0	0	131
Jujuy.....	24 11	65 18	1303	»	0	0	2	28	84	175	261	176	71	22	4	0	823
Salta.....	24 51	65 29	1189	»	0	0	0	28	98	237	327	242	84	21	2	0	1039
Tacaaglé.....	24 58	58 49	87	»	0	0	0	0	8	15	31	32	6	0	0	0	82
Coronel Moldes.....	25 16	66 29	1143	»	0	0	0	18	78	240	330	214	65	11	0	0	956
Colonia Castelli.....	25 57	60 39	111	1941-60	0	0	0	3	14	37	70	38	14	1	0	0	177
Formosa.....	26 10	58 12	65	1931-60	0	0	0	0	3	10	20	18	2	0	0	0	53
San Fco. de Laishi.....	26 12	58 42	75	»	0	0	0	6	15	38	69	47	21	6	0	0	202
Campo Gallo.....	26 35	62 51	190	»	0	0	0	6	20	51	82	55	16	2	0	0	232
San Miguel de Tucumán.....	26 48	65 12	481	»	0	0	0	3	30	92	169	115	42	5	0	0	456
Pcia. R. S. Peña.....	26 52	60 27	91	»	0	0	0	7	18	41	70	53	18	3	0	0	210
Villa Nogués.....	26 53	65 23	1388	»	0	0	5	36	88	171	195	139	72	32	3	0	741
Loreto.....	27 21	55 30	163	1941-60	0	0	0	18	48	69	104	66	30	14	4	0	353
Posadas.....	27 23	55 54	111	1931-60	0	0	0	5	19	32	52	37	17	6	0	0	168
Corrientes.....	27 28	58 49	60	»	0	0	0	0	6	15	34	22	10	0	0	0	87
Andalgala.....	27 33	66 17	1063	»	0	0	0	20	89	237	287	160	50	8	0	0	851
Villa Angela.....	27 34	60 44	74	1941-60	0	0	0	5	24	63	103	68	23	2	0	0	288
General Paz.....	27 45	57 38	74	»	0	0	0	2	13	27	42	30	13	1	0	0	128
Santiago del Estero.....	27 46	64 18	188	1931-60	0	0	0	5	35	82	158	103	30	1	0	0	414
La Cocha.....	27 47	65 34	443	»	0	0	0	10	45	131	220	150	50	5	0	0	611
Catamarca.....	28 28	65 47	546	1931-60	0	0	0	2	36	108	163	79	14	0	0	0	402
Añatuya.....	28 28	62 50	107	1941-60	0	0	0	8	36	80	119	79	26	3	0	0	351
Goya.....	29 09	59 16	37	1931-60	0	0	0	10	24	48	66	62	53	8	0	0	281
Mercedes.....	29 10	58 05	88	»	0	0	0	9	29	56	86	75	30	9	0	0	294
Chilecito.....	29 10	67 30	1101	1941-50	0	0	0	26	96	265	323	186	64	17	0	0	977
La Rioja.....	29 25	66 52	517	1931-60	0	0	0	2	42	114	180	93	22	0	0	0	453
Vera.....	29 28	60 12	58	»	0	0	0	15	41	64	112	84	40	16	0	0	372
Paso de los Libres.....	29 43	57 06	66	»	0	0	0	8	28	53	85	64	32	10	0	0	280
Ceres.....	29 53	61 57	88	1941-60	0	0	0	10	38	90	143	109	50	10	0	0	450
Villa María del Río Seco.....	29 54	13 41	730	1931-60	0	0	0	32	84	175	291	221	89	29	4	0	905
Monte Caseros.....	30 16	57 38	53	1941-60	0	0	0	11	40	70	103	74	39	12	1	0	350
La Paz.....	30 45	50 39	38	1931-60	0	0	0	13	39	68	111	79	44	16	0	0	370
Chepes.....	31 20	66 35	654	»	0	0	0	5	51	178	219	135	37	1	0	0	626
Concordia.....	31 23	58 23	37	1941-60	0	0	0	17	53	91	138	103	55	22	3	0	482
Córdoba.....	31 24	64 11	425	1931-60	0	0	0	35	89	200	263	195	83	28	4	0	897
Esperanza.....	31 27	10 56	38	»	0	0	0	17	55	103	167	116	61	17	1	0	537
Angel Gallardo.....	31 34	60 41	18	»	0	0	0	16	43	107	159	125	62	21	3	0	536
San Juan.....	31 37	68 32	630	»	0	0	0	30	127	306	363	232	77	15	0	0	1150
Pilar.....	31 40	63 53	338	»	0	0	0	35	82	182	288	218	94	33	5	0	937
Paraná.....	31 47	60 29	74	»	0	0	0	18	60	114	168	142	78	28	1	0	609
Las Delicias.....	31 56	60 25	104	»	0	0	0	19	60	117	180	148	76	28	4	0	632
Villa Dolores.....	31 57	65 12	533	»	0	0	0	22	70	190	235	172	62	15	0	0	766
Victoria.....	32 37	60 11	29	»	0	0	0	15	52	108	154	125	68	26	3	0	551
Bell Ville.....	32 38	62 41	129	»	0	0	1	45	107	218	317	260	142	53	12	0	1165
Mendoza.....	32 53	68 52	827	1901-50	0	0	5	54	181	342	372	260	104	31	7	0	1356
Rosario.....	32 55	60 44	22	1931-60	0	0	0	39	81	141	239	206	108	44	11	0	869
Gualeguaychú.....	32 59	58 40	22	1941-60	0	0	0	20	85	137	201	172	77	25	6	0	723
Casilda.....	33 03	61 09	74	1931-60	0	0	1	47	107	200	263	231	135	48	13	0	1045
Río Cuarto.....	33 10	64 20	443	»	0	0	1	44	113	258	311	238	108	35	5	0	1113

CUADRO 2. — (Conclusión)

Localidad	Coordenadas geográficas			Período climatológico	Horas de frío												Año
	Lat. S	Long. W G.	Alt. m		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
San Luis.....	33 16	66 21	715	1931-60	0	0	2	44	113	268	329	225	81	25	2	0	1088
La Paz.....	33 28	67 33	506	1941-60	0	0	2	36	119	294	359	266	102	19	0	0	1187
Mazaruca.....	33 35	59 24	5	1951-60	0	0	2	40	94	154	210	161	62	32	7	2	782
Villa Mercedes.....	33 41	65 29	515	1931-60	0	0	0	48	145	264	337	282	114	35	4	0	1229
San Carlos.....	33 46	69 02	940	1941-60	0	2	25	168	412	614	658	594	323	128	29	2	2966
Pergamino.....	33 56	69 33	60	1931-60	0	0	5	53	118	215	276	241	154	60	20	3	1145
Laboulaye.....	34 04	63 24	138	1941-60	0	0	0	37	113	235	317	247	120	34	3	0	1106
San Miguel.....	34 33	58 42	32	1931-60	0	0	4	52	111	208	239	232	129	58	10	2	1054
Buenos Aires.....	34 35	58 29	25	»	0	0	0	19	60	123	165	130	65	20	3	0	585
Junín.....	34 35	60 56	80	»	0	0	7	58	108	196	256	226	146	60	16	2	1074
Colonia Alvear.....	35 00	67 39	465	1941-60	0	0	2	20	175	367	419	343	164	49	4	0	1543
Punta Indio.....	35 22	57 17	15	1931-60	0	0	3	40	99	203	260	218	133	59	23	4	1042
Nueve de Julio.....	35 27	60 53	76	»	0	0	8	59	135	250	295	274	159	66	22	1	1268
General Pico.....	35 39	63 56	140	1941-60	0	0	2	52	161	306	354	315	158	50	8	0	1412
Trenque Lauquen.....	35 58	62 43	96	1931-60	0	0	2	53	123	259	327	267	144	53	12	0	1240
Las Flores.....	36 00	59 06	35	»	0	5	14	70	140	265	272	269	154	71	33	11	1303
Victorica.....	36 13	65 26	312	»	0	0	6	58	145	314	360	305	154	43	10	0	1395
Dolores.....	36 16	57 41	9	»	2	3	13	70	158	268	309	258	158	78	35	15	1367
Santa Rosa.....	36 37	64 19	186	1941-60	0	0	5	55	161	303	347	319	162	54	7	0	1414
Azul.....	36 46	59 50	133	1931-60	3	4	19	91	183	318	336	328	234	109	50	17	1692
Macachín.....	37 08	63 41	140	»	0	0	9	69	167	300	372	334	180	63	14	0	1508
General Acha.....	37 22	64 35	223	»	0	0	9	80	185	350	401	360	188	66	16	0	1655
Chos Malal.....	37 23	70 17	850	»	3	13	63	200	270	387	493	441	296	143	50	17	2376
Coronel Suárez.....	37 30	61 57	234	1941-60	0	0	15	100	201	330	392	375	230	112	39	7	1801
Pigüé.....	37 38	62 24	293	»	0	0	13	104	201	330	394	394	231	107	33	6	1813
Guatraché.....	37 38	63 34	176	»	0	0	10	70	192	325	440	362	212	85	18	0	1714
Balcarce.....	37 45	58 18	112	1931-60	5	3	16	77	163	277	314	309	215	111	50	11	1551
Mar del Plata.....	38 08	57 33	24	»	5	4	12	60	134	256	308	296	213	109	53	23	1473
Tres Arroyos.....	38 23	60 16	109	»	2	1	13	68	136	265	328	304	204	98	39	10	1468
Las Lajas.....	38 32	70 23	713	1941-60	2	12	58	183	343	525	595	558	358	169	58	14	2875
Cipolletti.....	38 56	68 01	265	1931-60	0	1	34	131	259	417	474	408	191	77	15	0	1997
Coronel J. J. Gómez.....	39 01	67 39	242	1931-60	0	0	28	108	252	466	526	446	219	83	17	0	2145
General Godoy.....	39 05	67 09	208	»	0	0	29	115	214	403	464	394	190	70	14	0	1893
Choele Choel.....	39 17	65 39	133	»	0	0	13	80	182	330	372	318	168	60	12	0	1535
Fortín Mercedes.....	39 31	62 38	25	»	0	2	14	64	157	310	372	319	200	85	26	4	1553
General Conesa.....	40 06	64 25	60	»	0	0	12	73	185	343	362	336	158	56	12	0	1537
San Antonio Oeste.....	40 44	64 57	7	»	0	0	2	44	123	253	289	254	138	47	10	0	1159
Patagones.....	40 47	63 01	40	»	0	0	8	57	143	273	326	319	195	86	26	4	1437
S. C. de Bariloche.....	41 09	71 19	853	»	62	70	129	279	427	568	613	632	560	355	197	109	4001
Maquinchao.....	41 15	68 44	888	1941-60	6	12	64	231	440	687	744	703	550	248	72	17	3774
Esquel.....	42 54	71 21	568	1431-60	38	52	118	300	475	603	674	637	527	301	147	70	3932
Trelew.....	43 14	65 18	39	»	0	2	26	88	224	370	386	350	225	90	30	8	1797
Camarones.....	44 49	65 42	34	1941-60	4	6	29	87	192	354	378	338	233	115	41	12	1789
Colonia Sarmiento.....	45 35	69 04	268	1931-60	5	11	38	125	237	454	466	415	259	113	43	16	2176
Comodoro Rivadavia.....	45 47	67 30	61	»	4	9	28	79	181	318	319	298	203	95	40	14	1588
Puerto Deseado.....	47 44	65 55	79	1941-60	16	18	47	142	292	445	482	453	317	173	83	34	2502
Santa Cruz.....	50 01	68 32	11	»	22	28	69	188	418	618	608	566	377	189	130	34	3247
Lago Argentino.....	50 20	72 18	222	»	31	41	95	202	495	622	659	570	475	205	108	57	3560
Río Gallegos.....	51 40	69 16	22	1931-60	60	82	160	320	630	720	720	650	513	348	156	82	4441
Faro Cabo Virgenes.....	52 21	68 21	51	1941-60	91	100	156	280	474	587	618	623	558	339	215	121	4162
Ushuaia.....	54 49	68 19	21	»	127	121	189	370	603	666	705	673	587	379	237	135	4792

CARTA ESTIMADA DE HORAS DE FRÍO DURANTE EL PERÍODO DE DESCANSO

Desde el punto de vista bioclimático, la importancia de las disponibilidades regionales en horas de frío deben referirse solamente al período de descanso invernal. Para fijar límites, puede aceptarse que este subperíodo fenológico se extiende desde la caída de hojas en otoño hasta la iniciación de la actividad vegetativa en primavera. Para las distintas especies y variedades, con distintos grados de exigencia en enfriamiento y diferentes umbrales térmicos de crecimiento, la duración del descanso y las fechas de su iniciación y conclusión, tendrán distinta expresión regional. En un trabajo de carácter agroclimático general como el presente, no pueden considerarse tales particularidades. Por ese motivo se ha considerado que, las horas de frío acumuladas durante el período 1º de mayo-30 de setiembre, pueden representar adecuadamente las máximas disponibilidades medias de enfriamiento regional.

Sin embargo, para las situaciones de inviernos benignos, no todas las horas de frío de este período deben contabilizarse. Conocido es el hecho que las altas temperaturas diurnas anulan el efecto vernalizante de las horas de frío nocturnas; de la misma forma hay una disminución de este efecto bioclimático cuando el descanso se caracteriza por la alternancia de períodos fríos con otros de altas temperaturas.

Con el fin de tener en cuenta esta circunstancia, las horas de frío acumuladas durante el descanso fueron calculadas entre las fechas en que la temperatura normal diaria desciente y supera el nivel de los 14° C. Esta temperatura fue elegida considerando que representa un umbral de crecimiento medio para las distintas especies frutales criófilas y, además, por significar —en cuanto a la amplitud diaria del norte del país— temperaturas diurnas ya muy altas y con marcado efecto devernizante. Las horas de frío parciales de los meses inicial y final del período así determinado, se calcularon suponiendo una distribución normal de las mismas en el mes.

Para las localidades donde la temperatura normal diaria, durante el período 1º de mayo-30 de setiembre, nunca excede los 14° C, ese lapso fue considerado como descanso invernal.

A las horas de frío acumuladas durante el período de descanso así considerado, se las designó como “horas de frío efectivas” y su distribución geográfica se indica en la carta de la figura 7.

Una amplia zona del norte del país aparece falta de las disponibilidades mínimas en unidades de dormición como para satisfacer los requerimientos de las especies menos exigentes en frío invernal. Esta zona que podría quedar delimitada meridionalmente por la isolínea de 300 horas, comprende la totalidad de las provincias de Formosa, Chaco, Corrientes y Misiones (excepto tal vez la parte más elevada), la parte llana de Salta, centro y noreste de Santiago del Estero y norte de Santa Fe. Coincide bastante ajustadamente con la que PAPADAKIS (1951) califica como “de invierno demasiado cálido aun para el duraznero y solamente apta para granado, membrillero, morera e higuera”.

Contrariamente, la isolínea de 1250 horas que, circundando la parte más elevada del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, cruza por el norte de La Pampa y sur de San Luis para inflexionar rápidamente al entrar en Mendoza a consecuencia del aumento en altitud, señalaría el límite norte de la región del país con disponibilidades de frío invernal suficiente como para asegurar el normal desarrollo, en cuanto hace a este elemento biometeorológico, de las especies caducifolias de mayor exigencia.

CONCLUSIONES

1) El método gráfico propuesto para la estimación de las horas de frío en la República Argentina, produjo resultados suficientemente aceptables para uso agroclimático.

2) Al utilizar solamente valores climáticos de temperaturas mínimas, el método, que considera la intensidad del invierno en conjunción con la amplitud térmica mensual y anual, permite estimar las horas de frío mensuales aun de localidades que no cuenten con temperaturas horarias.

3) La disponibilidad normal anual de horas de frío en la República Argentina, varía entre algo menos de 100 unidades en el límite noreste hasta casi 5000 en el extremo sur continental.

4) Considerando solamente la acumulación de horas de frío en el período de descanso (mayo a

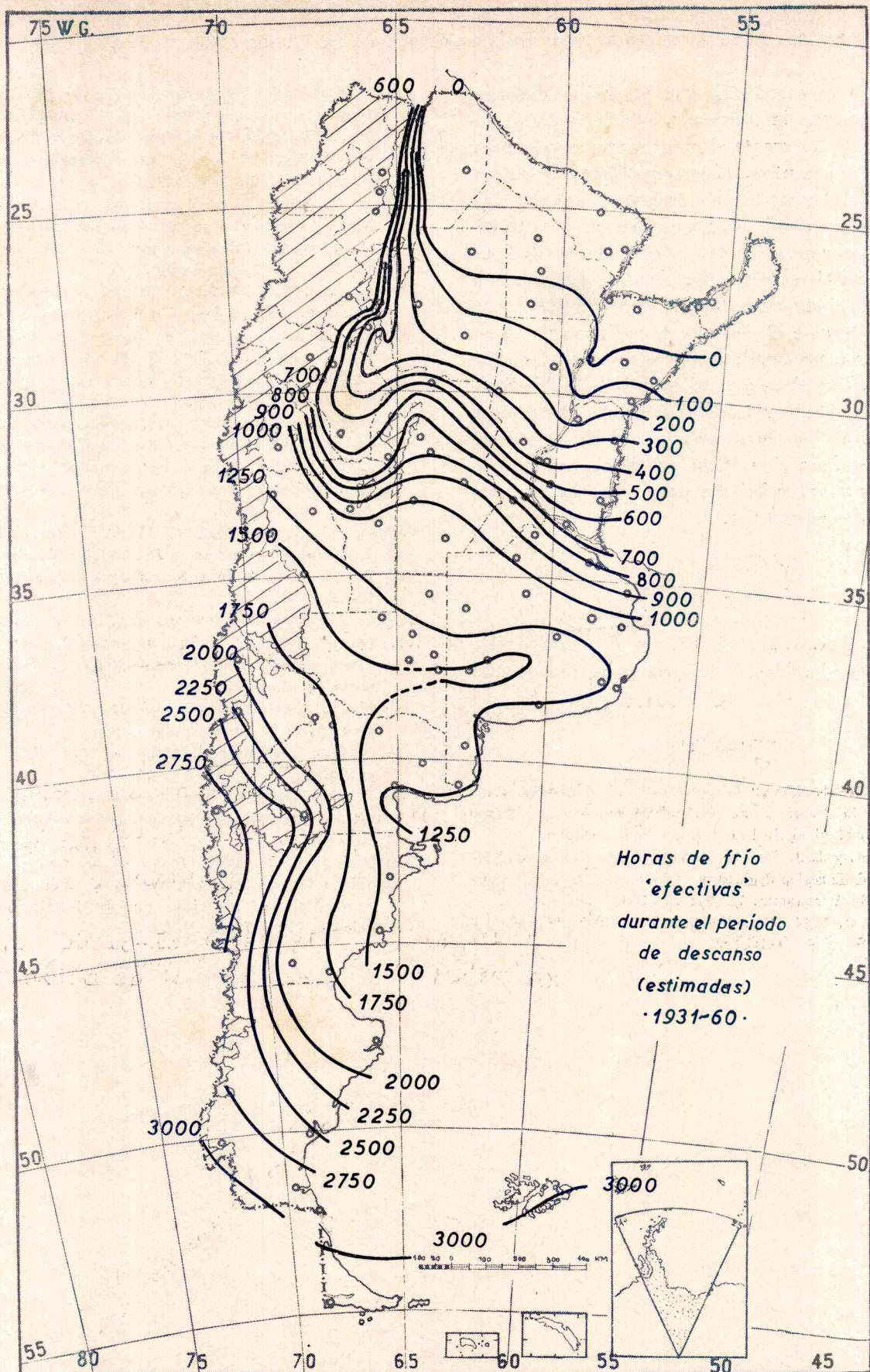


Fig. 7. — Carta estimada de horas de frío «efectivas» de la República Argentina (1931-60)

setiembre) y acordando que no existe descanso efectivo cuando la temperatura normal diaria supera los 14° C durante el mismo, una amplia zona del noreste argentino (Formosa, Chaco, Misiones, este de Salta y norte de Corrientes) aparece desprovista por completo de este elemento bioclimático. Exceptuando las localidades con altitud superior a 1000 metros sobre el nivel del mar, los valores máximos de horas de frío "efectivas" acumuladas durante el descanso se registran en el extremo sur continental, donde se superan las 3000 unidades. Una línea que saliendo la bahía de Samborombón, se dirigiera oblicuamente hasta tocar la ciudad de San Juan, señalaría el límite septentrional de la región llana argentina con enfriamiento invernal suficiente para todas las especies de frutales caducifolias.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Agr. A. J. PASCALE, por el estímulo y las sugerencias ofrecidas durante la redacción de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- BARAK, D. 1964. *Winter temperatures and Deciduous Fruit Trees in Israel*. Israel Meteorological Service, Agro-Meteorological Bulletin, 5/4 : 1-7. Bet Dagan.
- BOSSO, J. A. y J. J. BURGOS. 1948. *Condiciones agroclimáticas de la región de Carmen de Patagones*. Revista Argentina de Agronomía, 15 (3) : 137-159, Buenos Aires.
- BURGOS, J. J. 1944. *Características del clima de La Plata y algunas de sus consecuencias fitoecológicas*. Revista Argentina de Agronomía, 11 (2) : 116-128, Buenos Aires.
- COVILLE, F. V. 1920. *The influence of cold in stimulating the growth of plants*. Journal Agricultural Research, XX (2) : 151-160, Washington.
- MARKUS, R. 1952. *Um estudo estatístico dos invernos de Porto Alegre em relação as exigências de frio das fruteiras de clima temperado*. Revista Agronomica, XVI (187-189) : 231-248, Rio Grande do Sul.
- NIGHTINGALE, G. T. & M. A. BLAKE. 1934. (a) *Effects of temperatures on the growth and composition of Stayman and Baldwin apple tree*. New Jersey Agricultural Experimental Station. Bulletin N° 566, New Brunswick.
- 1934. b) *Effects of temperature on the growth and metabolism of Elberta peach tree with notes on the growth response of other varieties*. New Jersey Agricultural Experimental Station, Bulletin N° 567, New Brunswick.
- PAPADAKIS, J. 1951. *Mapa ecológico de la República Argentina*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Parte II: Atlas, Buenos Aires.
- PASCALE, A. J. y C. ASPIAZÚ. 1965. *Régimen de horas de frío durante el invierno en Buenos Aires*. Revista de la Buenos Facultad de Agronomía y Veterinaria, 16 (II) : 63-82, Aires.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1946. *Anales climatológicos 1928-32*. Serie B, 1ª parte (1), Buenos Aires.
- 1946. *Anales climatológicos 1935-37*. Serie B, 1ª parte (2), Buenos Aires.
- 1958. *Estadísticas climatológicas 1941-50*. Publicación B1, N° 3, Buenos Aires.
- 1963. *Estadísticas climatológicas 1951-60*. Publicación B1, N° 6, Buenos Aires.
- 1967. *Estadísticas climatológicas 1931-60*. Departamento de Climatología del SMN, valores inéditos, Buenos Aires.
- WEINBERGER, J. H. 1956. *Prolonged dormancy trouble in peaches in the southeast in relation to winter temperatures*. Proceedings of American Society for Horticultural Science, 67 : 107-112, N. York.