

Frío invernal disponible para especies criófilas en el noroeste de la Argentina*

A. J. Pascale, E. A. Damario y R. Hurtado¹ (ex aequo)

¹Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía. Avda San Martín 4453 (1417). Buenos Aires. Argentina. E-mail: hurtado@mail.agro.uba.ar

*Realizado en el marco del Proyecto UBACYT TG31 (1998 – 2000)

Resumen

Las particulares condiciones orográficas de la región noroccidental de la Argentina que comprende a las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, La Rioja y parte de la de Santiago del Estero, originan numerosos mesoclimas que sugieren la existencia de áreas con condiciones adecuadas para la implantación de especies criófilas aun no utilizadas o todavía sin experimentación.

La disposición de una carta agroclimática sobre la cantidad de “horas de frío” normales permitiría conocer la distribución regional de éste importante elemento bioclimático y delimitar las potenciales áreas de cultivo.

En este trabajo se calculan las “horas de frío” normales anuales de unos 800 puntos de la región aplicando una doble metodología original de estimación agroclimática. Primeramente se reconstruye el valor climático de las temperaturas mínimas medias mensuales en función de la altitud y coordenadas geográficas y, posteriormente, integrando estos valores en una fórmula cuadrática se estima la intensidad del enfriamiento acumulado en los 5 meses más fríos del año en cada lugar. Con estos valores se confecciona la carta de “horas de frío totales”.

Teniendo en cuenta las características térmicas regionales, las cantidades totales de horas de frío se reducen porcentualmente para aquellas situaciones que presentan, durante los meses invernales, temperaturas elevadas devernalizantes. Esta corrección permitió trazar la carta de “horas de frío efectivas”, la que muestra que en la región noroeste la magnitud del enfriamiento con efecto biometeorológico favorable va desde 0 en la faja llana oriental hasta aproximadamente las 2500, coincidente con alturas cercanas a los 3000 m., límite térmico para cultivos dado que a esa altura la temperatura media del mes más cálido es inferior a 15° C y los inviernos son muy rigurosos.

Palabras clave: especies criófilas, horas de frío, horas de frío efectivas, cartas agroclimáticas, NO Argentina.

Winter chilling species availability in North Western Argentina

Summary

The orographic features of the North Western region of Argentina which includes the provinces of Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, La Rioja and part of Santiago del Estero, originate a number of mesoclimates in areas which may have appropriate conditions for growing chilling requirement species not yet considered or experimented. An agroclimatic chart of normal “chilling hours” may allow to know the spatial distribution and to delimit potential crop growing areas.

In this study, annual normal “chilling hours” are estimated for about 800 sites applying an original agroclimatic method. First, the minimum mean monthly temperature is obtained using the site elevation and geographic coordinates. Second, the temperature values are integrated into a quadratic equation to estimate the accumulated chilling hours over the coldest five months in each site. These values are used to create a chart of accumulated chilling hours.

Considering the regional thermal characteristics, the accumulated chilling hours are reduced proportionally for those situations when high winter temperatures have reversing effect.. This adjustment allowed to develop an effective chilling hours chart which shows the level of chilling hours in the NW region. The favorable bioclimatic conditions stretch from 0 hour in the Eastern plain to about 2500 hours at 3000 meters of altitude, where occurs the thermal limit for cropping with a mean monthly temperature lower than 15° C and very rigorous winters.

Key words: cryophilic species, chilling hours, effective chilling hours, agroclimatic charts, N.W. Argentina.

Introducción

En el desarrollo del plan de investigación de las disponibilidades agroclimáticas del noroeste de la Argentina, resulta imprescindible conocer información más detallada que las provistas por las estadísticas climáticas oficiales que corresponde a 34 estaciones meteorológicas instaladas en la región, aunque solamente 23 proveen información del período treintaenal 1961-90.

Por tratarse de una región que abarca 5 provincias: Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja, Tucumán y parte occidental de Sgo. del Estero, con un pronunciado gradiente de altitud desde la llanura oriental hasta las altas cumbres en el límite chileno, se generan variaciones muy bruscas de la temperatura y, consiguientemente, disponibilidades calóricas muy diferentes. Agroclimáticamente, la variación de este elemento climático, al que se agrega la del régimen hídrico, produce áreas en algunas situaciones, a veces de reducida extensión como son los valles de altura con condiciones favorables para intentar la diversificación de cultivos.

En el aspecto térmico deben investigarse algunas características para lograr el conocimiento que conduzca a la confrontación de las disponibilidades regionales con las exigencias bioclimáticas de las especies agrícolas a experimentar. Estas son: régimen calórico para conocer los períodos vegetativos aptos según necesidades térmicas, el régimen de temperaturas mínimas críticas limitantes del crecimiento vegetal y la existencia de frío invernal suficiente para especies criófilas.

La poca información climática puntual en la región, llevó a producir metodologías que utilizando la disponible permitan estimar valores para gran cantidad de localizaciones ubicables por su situación geográfica y por su altura.

Dos aspectos fueron adecuadamente caracterizados por sendos trabajos que computaron las precipitaciones y estimaron las temperaturas medias de unas 450 localizaciones para ambos elementos climáticos (Bianchi y Yañez, 1992); (Bianchi, 1996). Para las temperaturas medias mensuales se utilizó una fórmula original que considera la altitud, la latitud y la lluvia como parámetros de estimación (Bianchi, et al., 1994). Estos valores térmicos sirven para resolver una de las condiciones agroclimáticas necesarias a investigar, a saber: la ubicación y duración de los períodos de cultivo entre diferentes niveles críticos. En cambio, para investigar sobre los otros aspectos agroclimáticos de la temperatura es necesario desarrollar métodos de aproximación, desde el momento que tal tipo de información no existe para la región, con excepción de la provista por las estaciones meteorológicas, insuficiente para un territorio tan extenso y con tanta influencia orográfica.

El propósito de este trabajo es realizar la cartografía de las "horas de frío" y "horas de frío efectivas" para la región en estudio.

Materiales y métodos

La Fig. 1 muestra la orografía de la región noroccidental, resaltando la isohipsa de 3000 metros y el área rayada con mayor altitud que se excluye del análisis.

Para calcular las horas de frío totales (HF) y efectivas (HFE) de la región con el detalle necesario, la información provista por las estaciones meteorológicas del área es absolutamente insuficiente. La cobertura geográficamente más conveniente se consiguió incorporando las 450 localidades mencionadas en los trabajos de Bianchi y Yañez (1992) y Bianchi (1996) con la información de valores medios mensuales de precipitaciones y temperaturas, más otros 350 puntos cuya ubicación geográfica y altitud se estimaron de una carta hipsométrica escala 1.200.000 (Argentina, 1930). La ubicación de los 800 puntos se indican en las cartas de la Fig. 3 y 4.

Para investigar las características regionales diferenciales que presenta la disposición normal anual de enfriamiento invernal exigido por cultivos criófilos, es necesario conocer el régimen de temperaturas mínimas medias mensuales (T_m) con el cual está estrechamente relacionado.

Como esta información no es disponible para los 800 lugares, fue necesario estimarla utilizando el método desarrollado por Pascale et al., (1999), que consiste en fórmulas para cada mes, integradas con los datos de altitud, latitud, longitud y además precipitación cuando fuera disponible.

Para comprobar si la T_m estimadas ajustaban con las realmente observadas, se confrontaron los dos orígenes para 18 estaciones meteorológicas de la región con 20 ó más años de antigüedad (Cuadro N° 1).

Las reducidas diferencias porcentuales obtenidas en las comparaciones (entre 1 y 16%), prácticamente sin significación agroclimática, justificaron el método de estimación empleado. Los errores más elevados no introducen modificaciones importantes ya que corresponden a lugares con pocas HF anuales que, en gran parte, serán ineficientes por acción de las altas temperaturas invernales.

Con los valores de T_m mensuales estimados para los 800 puntos, las horas de frío totales anuales se calcularon aplicando las fórmulas de estimación propuestas por Damario, et al. (1998).

Para el cómputo de las horas de frío efectivas (HFE) hay que determinar para cada punto cuantos de los meses entre mayo y septiembre, acusan temperatura media $\geq 14^\circ \text{C}$ y /o máxima media $\geq 21^\circ \text{C}$, las que producen cierta devernalización o anulación de las HF totales acumuladas, porcentualmente según la cantidad de meses con tal condición (100% los cinco meses, 0% ningún mes). Esta metodología de estimación de las HFE fue aplicada para otras regiones: Estado Río grande do Sul, Brsail (Damario et al., 1999), sierras de la provincia de Córdoba (Damario y Pascale, 1999) y cuenca Rioplatense (Pascale, et al., 2000).

Cuadro N° 1. Diferencias entre las HF totales calculadas por el método estimativo (Damario, et al. 1998) utilizando Tm climáticas de estadísticas oficiales y Tm estimadas (Pascale et. al., 1999).

Localidad	Altura m	Horas de frío totales		
		Con Tm registradas	Con Tm estimadas	Diferencia absoluta %
La Quiaca	3459	3115	3093	4
Tinogasta	1201	1235	1209	2
Salta Aero	1221	885	836	6
Las Costas	1226	870	838	4
El Carril	1170	790	800	1
Cerrillos	1253	775	865	12
Chepes	658	500	541	8
Jujuy	905	475	550	16
Famaillá	363	450	385	14
La Rioja	430	405	395	2
Chamical	461	402	380	5
Catamarca	454	350	357	2
Tucumán I	420	320	311	3
Tucumán	450	300	316	5
Sumalao	525	275	320	16
Tartagal	450	175	180	3
Orán	357	133	154	16
Rivadavia	205	55	50	10

Para aplicar esta reducción a todos los puntos, los 450 con información de temperatura media, pero no de máxima media mensual, y a los 350 sin ninguna de ellas, se siguió el siguiente procedimiento. Para las 450, cuya mínima mensual media fue estimada como se explicó, la máxima media mensual se calculó a partir de la media amplitud, y para los otros 350 puntos se aplicó la relación encontrada especialmente entre las temperaturas media y mínima media de julio y el porcentual de reducción de las HF para calcular las HFE, como lo muestran las gráficas de la Fig.2

Todos los cálculos y procesos se procesaron con el programa de computación Surfer 6.04.

Resultados y discusión

Los valores de HF y HFE obtenidos por la metodología explicada se usaron para confeccionar con el programa Surfer las cartas agroclimáticas respectivas que se reproducen en las Fig. 3 y 4.

La carta de HF muestra que en los 5 meses más fríos de la año, que son los que mayormente comprenden el período de descanso vegetativo, las cifras van desde las 100 horas en la parte oriental llana hasta las 2500, último valor graficado, pues las áreas con mayores acumulaciones son ineptas para la realización de cultivos agrícolas, tanto por la reducida intensidad calórica en el corto verano como por el alto riesgo de heladas perjudiciales.

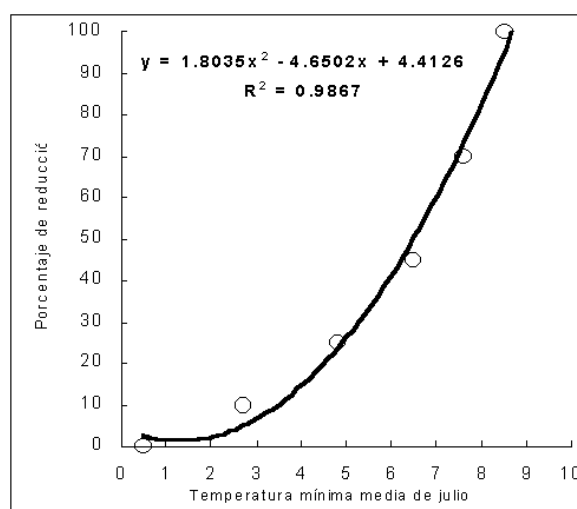
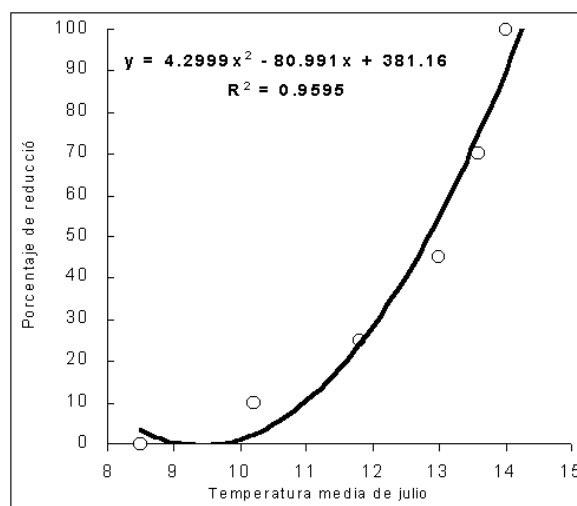


Fig.2. Porcentaje de reducción de las “horas de frío” totales anuales a “horas de frío efectivas”, según la temperatura media o la temperatura mínima media del mes de julio en la región noroccidental de la Argentina.

La carta de HFE muestra que la reducción por altas temperaturas se opera gradualmente de este a oeste, desde una anulación total en las áreas de 100 ó menos HF hasta las que totalizan 1000 ó más, las que no acusan reducción alguna. Estas cartas a escala mesoclimática, modifican y completan para la región noroeste de la Argentina, las que fueron trazadas anteriormente (Damario y Pascale, 1995) para todo el país, vale decir a escala macroclimática, en las cuales por falta de suficiente información climatológica y para respetar la influencia de la orografía, solamente se consideró el área con altitud inferior a 1000 m. Como ejemplo de comparación agroclimática a macro y meso escalas, estas cartas se reproducen parcialmente en la Fig. 5.

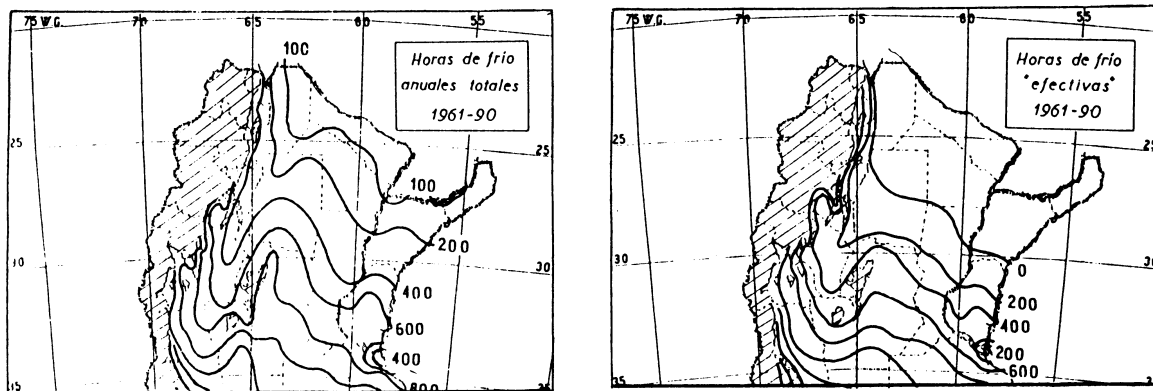


Fig. 5. Carta agroclimática de HF totales y HF efectivas para el norte de la Argentina (Damario y Pascale, 1995)

Conclusión

El método de estimación de las horas de frío totales y efectivas anuales que utiliza los valores climáticos de temperaturas mínimas medias mensuales, también estimadas, resulta recomendable para desarrollar la cartografía agroclimática del enfriamiento invernal de regiones montañosas o serranas.

Las cartas agroclimáticas de horas de frío de la región noroccidental resultan útiles para orientar la experimentación de especies criófilas con diferentes exigencias en enfriamiento invernal, siempre que las restantes condiciones climáticas y de suelos favorezcan su cultivo.

Bibliografía

- Argentina. 1930. Mapa hipsométrico. Escala 1:2.000.000. Ministerio de Agricultura – Dirección de Minas, Geología e Hidrología.
- Bianchi A. R. 1996. Temperaturas medias estimadas para la región noroeste de Argentina. E.E.A. INTA, Argentina, 14 p.
- Bianchi A. R. y C. E. Yáñez. 1992. Las precipitaciones en el noroeste argentino (segunda edición). INTA. Estación Experimental Agropecuaria Salta. 383 pag.
- Bianchi A. R.; I. J. Nieva y C.E. Yáñez. 1994. Un modelo simple de regresión lineal para la estimación de temperaturas medias mensuales regionales. *RIA*, 25 (3): 35-54, INTA, Argentina.
- Damario E. A., A.J. Pascale. 1995 Nueva carta agroclimática de horas de frío para la Argentina (período 1961 – 90). *Revista Facultad de Agronomía*, 15 (2-3):219 – 225.
- Damario E. A., A. J. Pascale y C. Bustos. 1998. Método simplificado para la estimación agroclimática de “horas de frío” anuales. *Rev. Facultad de Agronomía*. 18(1-2): 93:97.
- Damario E. A., A. J. Pascale y A. Beltrán. 1999. Disponibilidad de “horas de frío” en el estado de Rio Grande do Sul. *Anais XI Congreso Brasileiro de Agrometeorología y II Reunión Latinoamericana de Agrometeorología*. Junio de 1999. Florianópolis SC. Brasil. SBA 01/99.
- Damario E. A. y A. J. Pascale. 1999. Cartas agroclimáticas de “horas de frío” en la región serrana de la provincia de Córdoba (Argentina). *AgriSciencia*. 16:17-28.
- Pascale A. J., E. A. Damario, M.E. Fernández Long y S. Maio. 1999. Estimación de las temperaturas mínimas medias mensuales en la región noroccidental de la Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía*. 19(2): 203:208.
- Pascale A. J., E.A. Damario y A. Beltrán. 2000. Posibilidad de cultivos criófilos en la cuenca rioplatense y sudeste de Brasil. Remitido a la VIII Reunión Argentina de Agrometeorología. Mendoza. Septiembre de 2000.

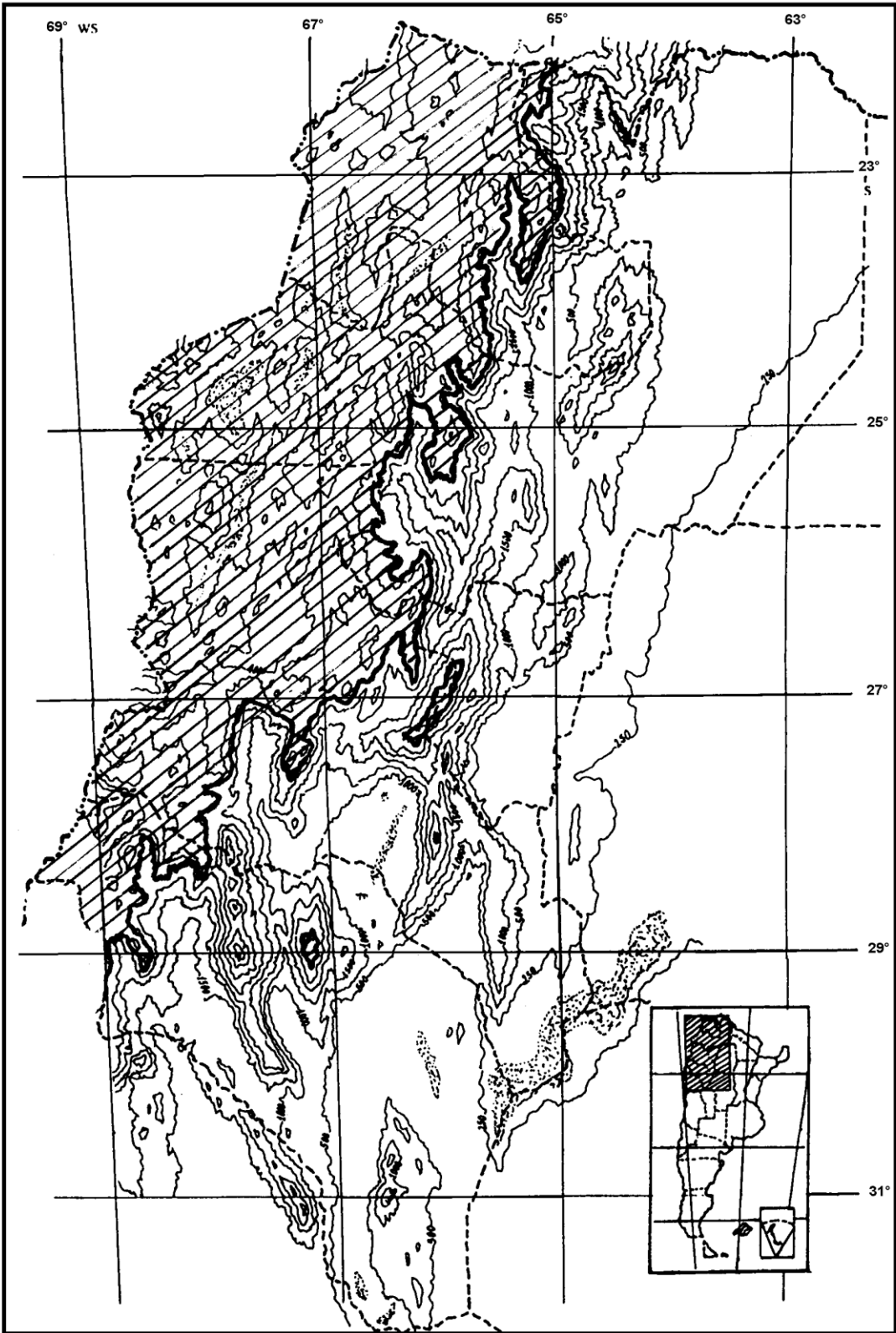


Fig. 1: Carta hipsométrica del noroeste de la Argentina.

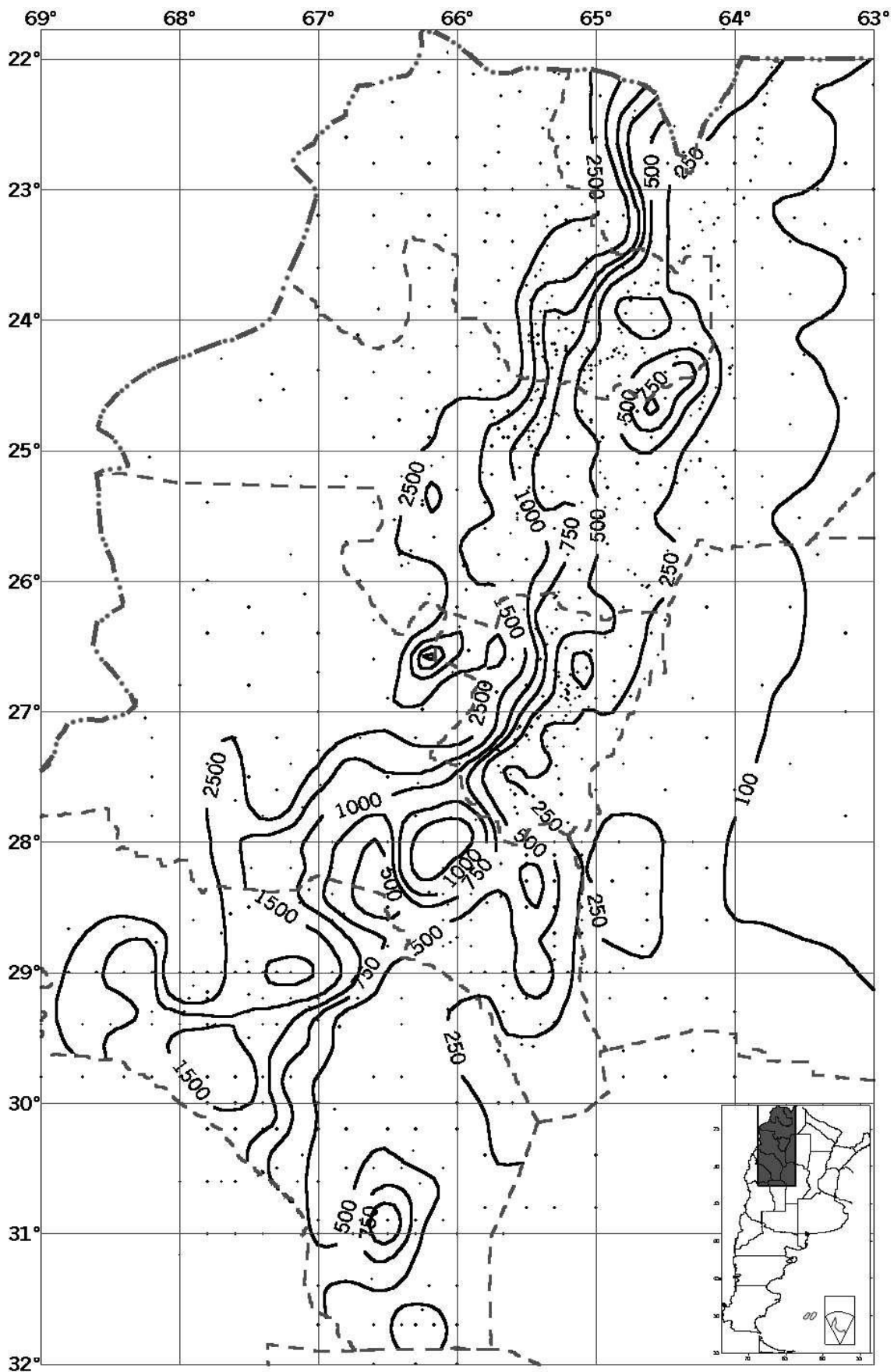


Fig. 3: Carta mesoagroclimática de “horas de frío” totales anuales de la región noroeste de la Argentina.

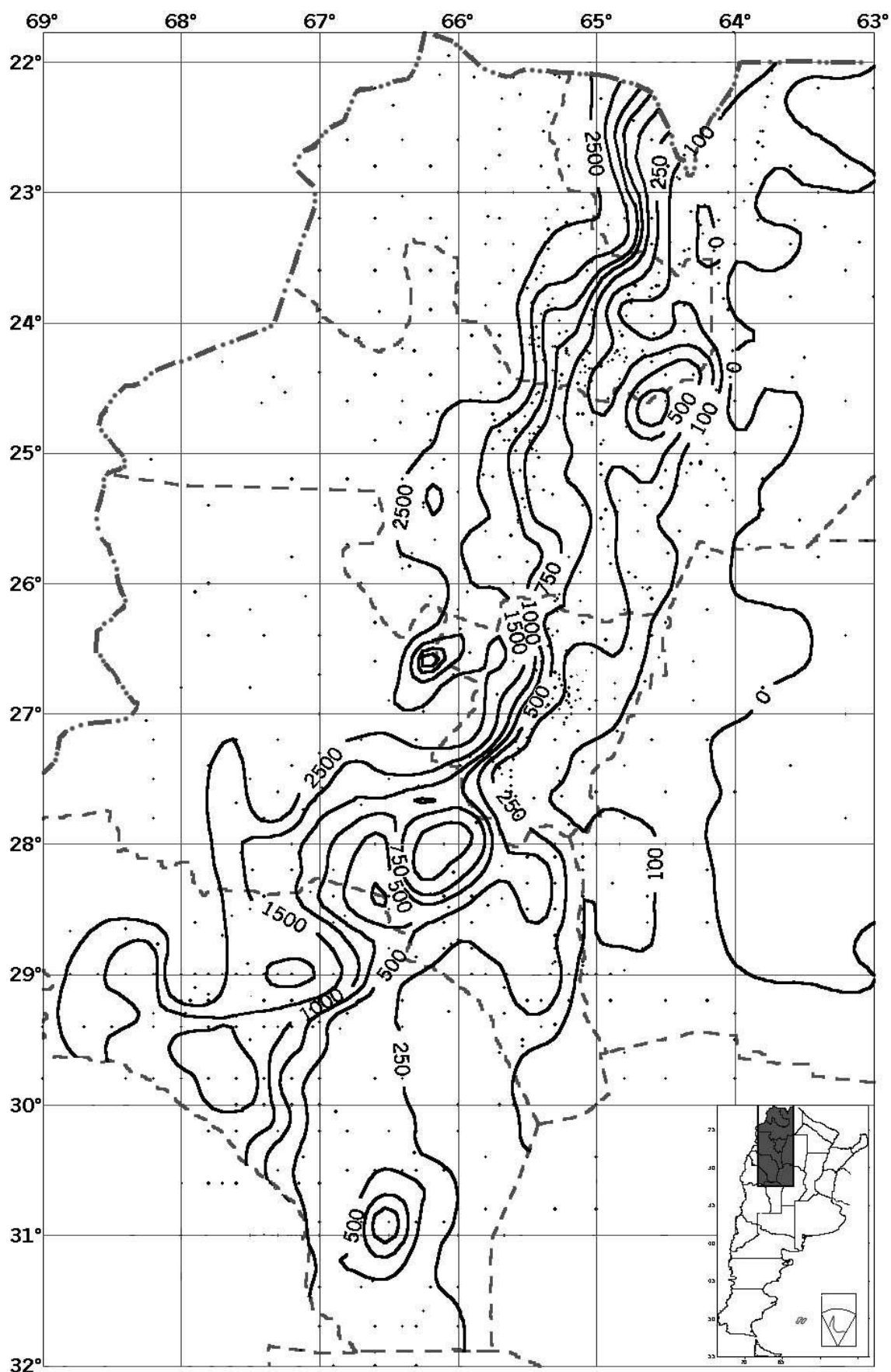


Fig. 4: Carta mesoagroclimática de “horas de frío” efectivas anuales de la región noroeste de la Argentina.