

BIOCLIMA DE LA PATAGONIA

Oswaldo Canziani
Roberto M. Quintela
CONICET

Desde mediados del siglo pasado la Patagonia Argentina ha sido considerada como la región del futuro. Un El Dorado potencial cuyas riquezas naturales soportarían no sólo su propio desarrollo sino que proveerían un importante apoyo económico en beneficio de toda la comunidad nacional.

A comienzos de este siglo, con el descubrimiento de la cuenca petrolífera en Comodoro Rivadavia y, luego, con el hallazgo de petróleo y carbón en el oeste de la Patagonia, comenzaron a hacerse realidad esas posibilidades, iniciándose acciones tendientes a concretar un desarrollo ordenado y completo de las potencialidades de esta importante región.

Es claro que la planificación de tales desarrollos, y la posterior puesta en marcha de los programas y proyectos diseñados para el logro de este objetivo, plantean el establecimiento de poblaciones permanentes que, adaptadas a las condiciones ambientales locales, pueden desarrollarse para proveer el soporte humano necesario e imprescindible para la gran aventura de hacer de ese entorno, generalmente hostil, el El Dorado que soñaron algunos de nuestros ancestros y, también, visionarios extranjeros, y que desean llevar a ejecución estadistas contemporáneos, antes de que entremos en el próximo milenio.

En la actualidad la Patagonia Argentina es una extensa región semidesértica y despoblada, excepción hecha de algunas ciudades de la costa atlántica, el alto valle del Río Negro y la zona pedemontana, en una extensión que no excede los 50 km. desde el límite con Chile. A pesar de contar con uno de los polos de desarrollo urbano más activo del país, como es el caso de la Ciudad de Neuquén, la Patagonia no constituye aún un atractivo para el asentamiento de grandes comunidades. Su bioclima pareciera constituir un impedimento trascendente.

Por otro lado, se trata, a nuestro juicio, de un problema cultural de vieja data. La conquista española y el desarrollo posterior, primero del Virreynato del Río de la Plata y luego de la Argentina, tomaron como epicentro Buenos Aires. Los factores políticos de la Colonia vincularon a esta ciudad con las cabezas del Virreynato del Perú y la Capitanía General de Chile y el país se desarrolló con corrientes provenientes del Norte, que se expandieron de la zona templada-húmeda y en las regiones cálidas del norte. Influyeron en este desarrollo la bonhomía de las tribus indígenas de ese sector. Hacia el Sur, las barreras constituídas por las tribus querandí y pampa y las características del clima, demasiado inclemente para los conquistadores, provenientes en su mayoría de los climas templados y cálidos del Mediterráneo demoró el establecimiento de asentamientos humanos.

Esta herencia ancestral ha comenzado ya a perder vigencia. Pero, todavía, la escasa población total de la República Argentina, representada por una densidad media de diez (10)

habitantes por km², y las comodidades que ofrecen las grandes urbes, parecieran oponerse al desarrollo que el país espera en esta importante región de su territorio nacional.

Sin embargo debe tomarse en cuenta que, en los últimos años, han aparecido nuevos factores concomitantes que activarían a este demorado desarrollo.

En efecto, el impacto de las actividades humanas sobre la Tierra y, en particular, sobre la composición de la atmósfera, ha originado el denominado "efecto invernadero" que, de acuerdo con las últimas evaluaciones del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, de su abreviatura inglesa), haría de la Patagonia una región beneficiada por el calentamiento global.

En efecto, la evidencia derivada de los estudios de modelaje del clima, de las observaciones y de los análisis de sensibilidad indican que, para una duplicación del contenido de dióxido de carbono (CO₂), es muy improbable que el valor de la temperatura media mundial en superficie se ubique fuera del rango comprendido entre 1,5° y 4,5° C. Debe destacarse que tal incremento se produciría recién cuando se alcanzara dicha duplicación, la que, de continuar con el tipo de desarrollo actual, se produciría hacia el año 2025.

Ahora bien los resultados de estos modelos dependen del tipo de escenario que podría registrarse habida cuenta de las emisiones potenciales que, sin dudas, estarán en relación directa con el tipo de desarrollo socio-económico que se espera, para la comunidad mundial en su conjunto.

Si bien existen incertidumbres derivadas de la comprensión incompleta de los procesos climáticos, está claro que el aumento del contenido de gases de efecto invernadero generará un calentamiento global.

A este respecto es importante mencionar que:

1º: en los últimos 100 años la temperatura media mundial en superficie aumentó entre 0,3° y 0,6° C y

2º: el calentamiento futuro variará con la latitud, pudiendo llegar a ser la mitad, de ese posible incremento global arriba mencionado, en los trópicos, alcanzando al doble en latitudes altas.

La necesidad de proveer a los niveles de decisión política y económica con una información tan fehaciente como pueda ser posible, ha llevado a las autoridades del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático a activar las coordinaciones entre sus grupos de trabajo, de manera de mejorar las predicciones sobre el cambio climático y sus posibles impactos, en un planeta donde el crecimiento explosivo de su población plantea exigencias crecientes de bienes y servicios, con un incremento concomitante de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Es oportuno mencionar aquí que en su Informe Suplementario, realizado por el Grupo de Trabajo del IPCC responsable de la Evaluación Científica del Cambio Climático, la adopción de un nuevo escenario para el desarrollo de la comunidad mundial, ha conducido a valores menores debido a que se ha trabajado con una mezcla de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, clorofluorocarbonados, etc.) y no solamente con una

duplicación del contenido de CO₂ en la atmósfera.

De todas maneras el aumento de la temperatura media tendrá variados efectos sobre los ecosistemas terrestres, conduciendo a cambios en la configuración, frecuencia e intensidad de las precipitaciones y en la modificación de la circulación en la atmósfera y en los mares. Estos aumentarán su nivel, inundando zonas bajas, mientras que el incremento de la temperatura de la superficie del mar, estimada entre 0,20 y 2,5° C, proveerá mayores cantidades de vapor de agua a la atmósfera, activando los procesos conducentes a la formación de precipitaciones.

Ahora bien, aún no existen todavía trabajos de investigación sobre los posibles impactos regionales del cambio climático global, el análisis de los cambios que permiten prever los diversos modelos mundiales en uso, muestra algunos factores comunes que significarían tanto un aumento en las temperaturas medias en superficie como en las precipitaciones sobre la Patagonia.

Estas circunstancias beneficiarían a las actividades agrícolas en esta región de Argentina, mientras que podrían afectar adversamente a la región pampeana, debido a que el aumento de las temperaturas en superficie podrían incrementar la evapotranspiración, conduciendo a situaciones de deficiencia hídrica.

En oposición a este beneficio ambiental, derivado de las actividades humanas, estas muestran también un efecto global opuesto, debido a la pérdida del ozono estratosférico y el aumento consecuente en la cantidad de radiación ultravioleta de la gama UVB (entre 320 y 280 nanómetros) que llega al suelo. Sin embargo, este efecto es global y todas las regiones del mundo estarán sometidas a un incremento de tales radiaciones.

El problema que queda pendiente es el relativo al efecto del fenómeno estacional y regional conocido como el "agujero de ozono". Este fenómeno, que también se registra en el hemisferio norte, aunque con menor intensidad, está localizado sobre el territorio antártico.

Sin embargo, al terminar la primavera austral, la mezcla del aire pobre en ozono, proveniente del continente austral podría afectar el contenido de ozono estratosférico en el territorio continental de América del Sur. En efecto, información proveniente de países del Hemisferio Sur, como Australia y Nueva Zelanda, que disponen de equipos para el monitoreo del ozono estratosférico, ha mostrado un empobrecimiento del ozono estratosférico en el inicio del verano austral, al llenarse el vórtice polar y producirse la mezcla de las masas de aire.

En lo que concierne a la Patagonia, la instalación de un conjunto de estaciones de medición de la radiación ultravioleta que alcanza la superficie terrestre, prevista con la implementación de un Proyecto de la Global Environmental Facility, gerenciado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Banco Mundial, y su componente orientada a la densificación y modernización de las estaciones de medición del ozono, en los países meridionales de América del Sur, permitirá tomar conocimiento del impacto del agujero de ozono sobre el territorio sudamericano.

Condiciones bioclimáticas históricas, en la Patagonia Argentina

La disponibilidad de información meteorológica, social y económica ha permitido comprobar ciertas particularidades que distinguen a las regiones del continente americano ubicadas en el Hemisferio Norte de las quasi simétricas, con respecto al ecuador geográfico, del Hemisferio Sur. El hecho climático presenta dos características que, aparte de los aspectos antropológicos, diferencian al desarrollo registrado en el Norte del que observamos en el Sur.

La Tabla I, al presentar los valores medios anuales de las temperaturas y precipitaciones registradas en ciudades ubicadas prácticamente a las mismas latitudes, en el norte y en el sur, ilustra claramente estas diferencias climáticas. La trascendencia de la oceanidad del continente americano, en el Hemisferio Sur, se pone en evidencia a través de los valores térmicos; además, la existencia de una cordillera masiva al oeste del territorio patagónico muestra el efecto de la reducida humedad de las masas de aire que, con marcada persistencia, atraviesan el extremo sur argentino con un flujo zonal casi continuo, de oeste a este.

Tabla I:

Comparación entre temperaturas y precipitaciones en localidades de posición geográfica similar en ambos hemisferios.

Localidad (Elevación)	Lat.	Long.	TEMPERATURA (°C)				PRECIPITACION (mm)			
			MEDIA		ABSOLUTA		Min.	Enero	Julio	Anual
	S	W								
Cipoletti (265)	38°57'	67°59'	22.0	6.2	14.3	39.7	-10.3	14	15	169
San Antonio O (7)	40°44'	64°57'	22.5	8.4	15.3	40.7	-7.5	16	20	245
Trelew (39)	43°14'	65°18'	20.5	6.3	13.5	41.3	-9.8	12	22	153
Com. Rivadavia (61)	45°47'	67°30'	19.0	6.5	12.8	39.4	-8.5	12	22	187
Puerto Deseado (79)	47°44'	64°57'	15.1	3.9	9.7	37.0	-10.5	22	21	232
	N	W								
Saint Louis (173)	38°28'	90°12'	-0.1	26.4	13.4	—	—	58	89	999
New York (13)	40°47'	73°58'	-0.8	23.3	11.5	38.9	-25.6	94	107	1086
Toronto (116)	43°40'	79°24'	-5.0	20.6	7.4	—	—	67	74	776
Montreal (30)	45°28'	68°33'	-9.6	21.4	6.7	—	—	83	89	723
Saint Johns (74)	47°34'	52°42'	-3.3	15.3	4.9	2.2	-29.4	113	67	1226

Es oportuno observar que la latitud de Comodoro Rivadavia (46° S) coincide con la correspondiente en el hemisferio norte para Ottawa y Montreal, en Canadá y que la de Puerto Madryn se corresponde con la de Nueva York. A pesar de que en ambos casos las condiciones climáticas son más extremas en el hemisferio norte, no deja de ser sorprendente la diferencia de desarrollo poblacional, para no mencionar la extraordinaria brecha económica.

Sin embargo, hay que reconocer que las condiciones climáticas de la Patagonia no son,

en general muy propicias, según veremos más adelante.

La Figura N° 1, que grafica las regiones agropecuarias naturales de la parte sur del territorio argentino (1), muestra que al sur de los 40° S la aridez que domina a la mayoría del territorio argentino (dos terceras partes del país son áridas). En el estado actual del clima planetario, la aridez se torna más severa en la región patagónica.

Estas condiciones explican por si solas la sorprendente diferencia de desarrollo poblacional y la enorme brecha económica existente entre las dos regiones.

Surge claramente entonces que el análisis completo de los recursos naturales de una región no puede, ni debe, excluir la consideración de sus recursos atmosféricos. Estos, conjuntamente con las particularidades geológicas e hidrológicas de las distintas sub-regiones patagónicas permitirán evaluar la conveniencia de aplicar las soluciones técnicas necesarias para facilitar el asentamiento humano, habida cuenta de las potencialidades de sus recursos naturales no renovables y de los renovables que pudieran ser introducidos, así como de los factores políticos y económicos pertinentes.

Las variables climatológicas principales. Su distribución espacial y temporal en la Patagonia

En escasas partes del mundo el clima de una región y las condiciones de vida en ella, están determinadas por un solo elemento meteorológico, como lo son en la Patagonia, debido a la constancia e intensidad del viento (2).

Esta región está situada entre el extremo sur de las células subtropicales semipermanentes de alta presión, cuya influencia directa se extiende hasta alrededor de los 40° S, durante la mayor parte del año, y las vaguadas subpolares profundas, que conforman sistemas de baja presión situados, aproximadamente, en el círculo polar antártico. Debido a que estos sistemas de presión sufren solamente pequeñas variaciones estacionales y espaciales y muestran pequeños cambios en su intensidad, los vientos del oeste prevalecen durante todo el año. Esta prevalencia, junto con su intensidad, suministra un criterio para considerarla, de manera general, como una región climática uniforme.

La continuidad de los oestes es suprimida solo en condiciones de irrupción del anticiclón antártico, que conducen a un cambio de 180° en la circulación. Estas irrupciones son muy esporádicas; una de ellas, registrada a fines del invierno de 1951, ha sido objeto de un estudio particular (3).

La distribución de la frecuencia anual de las direcciones del viento en estaciones de la región muestra que los vientos de los oestes cuentan entre el 50% y el 70% de todas las observaciones (incluidas las calmas). Como consecuencia de la posición relativa de los centros de alta presión del Atlántico y el Pacífico, la circulación del oeste es más uniforme durante el invierno. Durante los meses de verano tiene una componente zonal relativamente débil, superimpuesta al gradiente meridional que produce el desplazamiento diferente de ambos anticiclones, que introduce una componente del sur, haciendo que los vientos roten al WSW o al SW.

Como ya se mencionó, los vientos no sólo están caracterizados por su prevalencia durante todo el año sino, también, por su intensidad. Por esta razón la Patagonia se encuentra entre las regiones más tormentosas del planeta, con vientos medios calculados del orden de los 7m/s (25 Km/h), correspondientes al gradiente de presión medio anual, entre 40° y 60° S, sobre el meridiano 75° W, que se elevan a 8 m/s (aproximadamente 30 km/h) en el extremo sur. Estos valores medios se registran también en muchas estaciones de la Patagonia como promedios anuales, con diferencias del 10% al 20%, siendo excedidos en algunas de ellas. Las características del viento local dependen de las condiciones de entorno, observándose velocidades mayores en Río Gallegos, localidad libremente expuesta al flujo atmosférico, y en Perito Moreno, debido a intensificación por razones topográficas, y menores en Lago Argentino, localidad protegida orográficamente. También pueden producirse desviaciones, como ocurre en Ushuaia, por la orografía local.

En toda la Patagonia entre Octubre y Febrero (verano) se registran vientos con velocidades superiores al promedio anual. En la costa sur el aumento comienza en Setiembre y dura hasta Marzo, cuando los valores mensuales más elevados se registran también en el interior de la Patagonia. En invierno el promedio mensual de la velocidad del viento es sustancialmente menor en el interior que en la costa, excepción hecha de los puertos protegidos orográficamente (Puerto Santa Cruz, Ushuaia). Este es el resultado de la elevada frecuencia de calmas producidas por una inversión térmica muy pronunciada, que se registra durante la noche en la Patagonia Central.

En horas diurnas, cuando soplan vientos del oeste, ellos son más intensos en el interior que en la costa. En la localidad Gobernador Gregores, ubicada prácticamente a mitad de camino entre la cordillera y la costa, se registran vientos del oeste con la misma frecuencia pero con mayor intensidad que en la costa. También la frecuencia de calmas es grande. La variación diurna de la velocidad del viento es generalmente muy pronunciada, particularmente en verano. Por ejemplo, en Río Gallegos aumenta de 5m/s durante la noche a 10m/s en la tarde.

A lo largo de toda la costa patagónica, se producen brisas de mar y tierra que se acoplan a los vientos prevaletentes del oeste. Consecuentemente los vientos de este sector tienen su mayor frecuencia en invierno cuando estas brisas no son frecuentes, pero las velocidades mayores se producen en verano. En esta estación las brisas se desarrollan tan pronto como los vientos del oeste se debilitan.

El límite septentrional del régimen de los oeste se observa desde los valles andinos en el norte de Neuquén (37° S) y a través del Río Negro hasta el Golfo de San Matías (41° S). Este límite está determinado por factores geográficos y meteorológicos.

Al Norte del paralelo 37° S, la altura media de la cordillera aumenta marcadamente y el territorio se ensancha considerablemente. Los vientos de los oeste no pueden alcanzar la superficie, de manera que la persistencia del flujo zonal que se observa en la Patagonia queda discontinuada. Por otro lado, durante el verano, la formación de una vaguada ubicada en el lado argentino de los Andes elimina a la cuna de alta presión zonal que vincula en invierno a los centros de alta presión sub-tropicales haciendo que las direcciones de los vientos cambien del oeste al sur sobre el área pedemontana y al norte o noroeste sobre

el litoral. Consecuentemente allí cesan las condiciones eólicas que definen hoy al clima de la Patagonia.

Nubosidad

La nubosidad, que constituye un componente trascendente en los escenarios naturales y que, según su cantidad y persistencia, influye en la adaptación del individuo al medio, presenta características particulares.

En efecto, en la Patagonia pueden identificarse dos tipos de variación anual en la nubosidad. El extremo norte muestra un máximo invernal y la parte sur de la región un máximo estival. La variación anual sobre esta última sub-región corresponde a la intensificación de los oestes en verano mientras que la disminución de la nubosidad en el Norte está asociada con el desplazamiento del anticiclón sub-tropical hacia el sur. Existe, además una zona de transición extremadamente angosta, entre los 45° y 46° S, que muestra una onda doble, con una amplitud anual pequeña, y máximas en los solsticios y mínimas en los equinoccios. La Figura N° 2 muestra estas diferentes variaciones anuales así como las diferencias en sus valores absolutos, en diferentes latitudes. Las tres estaciones seleccionadas: Magulchao (41° $15'$ S), Sarmiento (45° $35'$ S) y Gobernador Gregores (48° $47'$ S) están ubicadas en la meseta central y separadas por una distancia total N-S de 850 km. La doble onda en la región transicional (Sarmiento) es aún más destacada sobre la costa.

En relación con el impacto que tienen los cielos cubiertos y despejados sobre la adaptabilidad de poblaciones, es oportuno mencionar que en el extremo norte de la Patagonia los promedios anuales de días despejados y nublados son prácticamente iguales (entre 60 y 80 días). De acuerdo con el aumento marcado de la nubosidad hacia el sur, el número de días nublados en Ushuaia aumenta a 165, mientras que el de días despejados disminuye a 10.

Esta diferente variación anual en el norte junto con el aumento de la nubosidad hacia el sur se refleja en una distribución uniforme de días nublados y claros en invierno y a marcadas diferencias en verano. Durante los tres meses de invierno la región tiene un total de 25 días nublados, aumentando hacia el sur a 30 días y tiene alrededor de 10 días despejados, decreciendo a la mitad en el extremo sur. En verano el número de días nublados varía desde menos de 10 en el norte de la Patagonia a más de 40 en Tierra del Fuego. El número de días despejados disminuye de 25 a 1 en el sur.

Insolación

Las variaciones en la nubosidad afectan indudablemente a la insolación que podría disponerse en función de la latitud. En la región patagónica la duración posible de la insolación varía entre 14 h 05 min. en el Norte (37° S) y 17 h 40 min en el Sur (55° S) en diciembre y entre 9 h 40 min y 7 h 10 min, en junio, respectivamente.

La interacción de la latitud, la diferente variación anual en la nubosidad y los factores geográficos locales (costa, montaña, etc.) llevan a marcadas diferencias con los valores teóricos de insolación. Durante el verano se registran valores de hasta 11 h/día en Neuquén.

Estos valores coinciden con los observados en San Juan y Mendoza, lo que hace que estas tres provincias registren los valores de hasta un 75% de la insolación astronómica teórica. Al Sur del Río Negro la duración se reduce hasta la mitad del valor arriba mencionado, observándose en Ushuaia registros de 5 y media horas/día, es decir sólo 35% del valor astronómico posible, debido al marcado aumento de la nubosidad en verano.

Durante el invierno, cuando disminuye la insolación astronómica teórica, los valores observados en la Patagonia disminuyen aún más por efecto de la nubosidad. La Figura N° 3 muestra los tipos principales de variación anual de la duración de la insolación. Como valores de referencia se han incluido los registrados en La Quiaca y Córdoba.

Temperatura

Las características topográficas de la Patagonia, con mesetas cuyas elevaciones exceden los 600 m. en la región pedemontana y que en su banda oriental oscilan entre los 100 y 200 m., con una franja costanera irregular con elevaciones comprendidas entre la centena y pocas decenas de metros, hacen irrelevantes el trazado de isotermas. No obstante, de acuerdo con el Atlas Climatológico de América del Sur, publicado por la Organización Meteorológica Mundial, consideramos que la temperatura media anual, reducida a nivel del mar, oscila entre los 18°C en los Valles de los ríos Colorado y Negro y los 14°C en el centro y sur de la meseta.

La Tabla II muestra los valores medios diarios y los valores extremos, computados para el período 1961-1970, en distintas localidades de la Patagonia, ordenadas de norte a sur y de oeste a este.

TABLA II

Temperaturas Media, Máxima y Mínima. Medias, y Máxima y Mínimas Absolutas. Períodos 1961-1970 (Fuente S.M.N.)

LOCALIDAD	Lat. S	Long. W	Elev. Media	TEMPERATURA (°C)				
				Máx. Media	Min. Media	Máx. Abs.	Min. Abs.	
Las Lajas	38°32'	70°23'	713	12.5	20.5	4.2	37.9	-12.4
Neuquén (Aero)	38°57'	68°08'	270	14.3	22.3	6.8	39.7	-12.8
Cipolletti	38°57'	67°59'	265	14.3	22.4	7.7	39.7	-10.3
Alto Valle (INTA)	39°01'	67°40'	242	14.4	22.7	5.7	39.9	-12.6
Choele Choel	39°17'	65°39'	131	15.7	3.3	8.9	41.3	-12.8
San Antonio Oeste	40°44'	64°57'	7	15.3	21.9	9.6	41.7	-7.5
Bariloche (Aero)	41°09'	71°10'	836	7.7	13.9	2.0	33.5	-21.1
Maquinchao	41°15'	68°44'	888	9.6	16.7	2.1	37.5	-18.6
Esquel (Aero)	42°54'	71°22'	783	8.0	14.0	1.9	33.3	-22.1
Trelew (Aero)	43°14'	65°18'	39	13.5	20.5	7.5	41.3	-9.8
Gobernador Costa	44°02'	70°24'	730	7.8	14.4	1.7	34.5	-21.7
Cabo Raso	44°21'	65°14'	9	11.8	17.1	6.6	35.5	-6.8

C. Rivadavia (Aero)	45°47'	67°30'	61	12.8	18.2	8.0	39.4	-8.5
Puerto Deseado	47°44'	65°55'	79	9.7	15.1	5.1	37.0	-10.5
Lago Argentino	50°20'	72°18'	220	7.5	12.5	2.8	30.7	-11.8
Río Gallegos	51°37'	69°17'	17	7.4	12.5	2.7	33.6	-18.2
Ushuaia	54°48'	68°19'	14	5.6	9.4	2.1	26.5	-12.4

Los valores medios mensuales muestran el efecto de la naturaleza de los suelos, hecho que se evidencia por una influencia continental sobre la temperatura en las mesetas. Debido a los vientos prevalentes de los oeste, la influencia de la corriente fría de Malvinas no se percibe en el interior de la Patagonia, haciendo que en enero la isoterma de 20°C se extienda hasta el paralelo 45°. El efecto del océano es fuertemente observado en Tierra del Fuego, donde la media mensual de enero (9°-10°C) esta sólo ligeramente por encima de la temperatura del mar.

El efecto de la meseta es también evidenciado por las temperaturas de julio que muestran valores medios mensuales del orden de los 2° C en el sector centro occidental y en la mayor parte del extremo sur de la región, mientras que sobre el lado chileno las temperaturas medias son de 2° a 5° C superiores, a igualdad de latitud. El valor mensual medio mas bajo del continente se registra en Río Gallegos (-0.9° C). En Tierra del Fuego el valor medio mensual para el mismo mes (julio) es de 1.7° C.

En lo que hace a la variación diaria de la temperatura, si consideramos la denominada variación periódica diaria, es decir la diferencia entre los extremos de los valores horarios medios, esta no muestra particularidades y difiere, en las distintas zonas climáticas sólo por su amplitud. En general esta variación periódica diaria esta comprendida entre 10° y 15° C en verano y entre 7° y 12° C en invierno. En la zona del Neuquén y Río Negro, debido a que los días largos del verano coinciden con una intensa radiación a 35°-40° S, la variación diaria puede llegar a 17° C, pero disminuye a 8° C sobre la costa. En invierno la variación diurna puede ser del orden de 6° C y de 4° C sobre la costa patagónica. En Tierra del Fuego se observan variaciones diarias de 3° C y menos.

Humedad atmosférica

Las fuentes de humedad atmosférica en la región patagónica son muy limitadas ya que las masas de aire provenientes de las regiones polares, que son las dominantes de la región, tienen un escaso contenido de vapor de agua. Además, por la orientación de las corrientes que las transportan ellas precipitan la mayor parte de su contenido de humedad a sotavento de Los Andes.

La irrupción del anticiclón antártico en el Atlántico Sur, al modificar las condiciones de circulación atmosférica sobre la Patagonia, produciendo flujos del sector E, con extensas trayectorias sobre el mar, cambia sustancialmente las características de las masas aéreas sobre esta región. Sin embargo, este tipo de circulación es muy esporádico y de duración temporal reducida, por lo que no alcanza a modificar la condición de aridez de la mayor parte de la Patagonia.

Sobre la meseta patagónica la tensión de vapor media anual es de 6.5mb en el norte y

de 5.5 mb en el sur, mientras que en la costa la tensión de vapor decrece de 8.5 a 7 mb en la misma dirección. Esto indica que, aún sobre la costa, la Patagonia tiene una atmósfera relativamente seca.

Heladas

La helada es un fenómeno ambiental identificado por la formación de depósitos de hielo sobre la superficie del suelo y los objetos en contacto con el mismo. Desde el punto de vista meteorológico se define como helada la ocurrencia de temperaturas de 0°C o menos, medidas en el abrigo meteorológico, esto es, aproximadamente a 1,50 m. sobre el suelo. Esta temperatura es en general diferente a la que, en las mismas circunstancias, pudiera medirse sobre el suelo; sin embargo las determinaciones de la temperatura del aire se hacen rutinariamente, aceptándose que en función de ellas pueden estudiarse la época de ocurrencia, la duración y la intensidad de las heladas meteorológicas.

Ahora bien, la helada es fundamentalmente una contingencia agrícola y desde este punto de vista, el fenómeno de la helada ocurre cuando la temperatura del aire desciende a valores tan bajos que producen la muerte de las plantas. En estos casos intervienen factores biológicos, particulares de cada especie, e independientes de las condiciones atmosféricas, que hacen que una caracterización agroclimática de las heladas pueda tener un valor práctico local, que no permite generalizaciones geográficas. De allí la importancia de la definición meteorológica de helada.

De todas maneras los procesos conducentes a la producción de heladas no son sólo atmosféricos sino que están también vinculados con las características del paisaje, es decir, con la naturaleza del suelo y su cobertura vegetal, la disponibilidad de fuentes de evaporación y las condiciones topográficas. La conjunción de estos factores hace que el análisis de los procesos de formación de heladas involucre la consideración de las condiciones meteorológicas en las diferentes escalas (macro, meso y microescalas).

Por ello, debido al carácter de esta nota, este importante elemento climático será tratado aquí solo desde el punto de vista general, a la luz de la información disponible en la macroescala. Los casos de zonas específicas han sido objeto de estudios particulares, según se menciona en la bibliografía de referencia (4,5)

La información sobre el número de días libres de heladas es, sin duda, valiosa para los fines de desarrollo agrícola. En la Figura N° 4 se muestra el promedio de los mismos, en la región patagónica y en la Figura N° 5 se muestran las fechas medias de la última y la primera heladas (5A y 5B).

En relación con esta cuestión es interesante conocer los valores límites de las temperaturas que producirían daños en los cultivos, en las distintas etapas de su desarrollo. Aunque estos valores han sido determinados en otras regiones, resultan ilustrativos por corresponder a algunos cultivos frutales que fueron introducidos en los valles patagónicos hace poco más de medio siglo. La Tabla III permite observar las marcadas limitaciones de ciertos cultivos (cítricos) y la razón de la excelente adaptación de otros (distintas especies de *pirus* y *prunus*).

TABLA III:**Valores térmicos de daños por enfriamiento en distintas especies frutales y períodos****TEMPERATURA EN °C EN LOS PERIODOS DE:**

Especies	Descanso	TEMPERATURA EN °C EN LOS PERIODOS DE:			
		Yemas cerradas mostrando color	Plena floración	Pequeños frutos verdes	Frutos maduros
Limonero	-2.8 a -7.2	—	-1.1	-1.1	—
Naranja dulce	-5.0 a -8.9	—	—	—	-1.7 a -2.2
Mandarina	-5.0 a -6.0	—	—	—	—
Vid	-15 a -17	-1.1	-0.6	-0.6	—
Duraznero	-26.1	-3.9	-2.8	-1.1	—
Damasco	-26.1	-3.9	-2.2	-0.6	—
Peral	-28.9	-3.9	2.2	-1.1	—
Manzana	-34.4	-3.9	-2.2	-1.7	—
Guindo	-34.4	—	—	—	—

Este cuadro pone en evidencia que las heladas primaverales y otoñales tienen mayor importancia por la época en que se producen que por su intensidad. No porque esta última condición carezca de importancia, en lo que hace a los daños que pueda producir, sino porque debido a pequeñas diferencias en la fecha de la ocurrencia de una misma temperatura por debajo de 0° C pueden hallar a la planta en momentos de sensibilidad crítica, aún para temperaturas no muy por debajo de la temperatura de 0° C.

Por el contrario, en el régimen de heladas invernales interesa más la intensidad, según se desprende de la Tabla III, por los valores térmicos críticos en el período de descanso de las especies mencionadas.

La información sobre las temperaturas mínimas anuales y las mínimas absolutas, así como del poder de enfriamiento de una masa de aire, esto es, la rapidez de pérdida de calor de un cuerpo con una capacidad de reserva calórica finita (por ejemplo un animal) bajo la influencia conjunta del aire en movimiento y una temperatura ambiental por debajo de la temperatura superficial del cuerpo expuesto, constituyen variables importantes en la planificación del desarrollo patagónico.

Precipitación

En lo que concierne a las precipitaciones, la situación del territorio continental argentino, ubicado entre los centros de máxima precipitación de la parte sur del continente, la Sierra do Mar, en el Estado de San Pablo (Brasil) y en el extremo sur de Chile, con precipitaciones anuales del orden de 5000 milímetros, tiene casi dos tercios de su extensión en la región seca comprendida entre estos dos centros. En ella se encuentra la región patagónica, excepción hecha de una banda estrecha, en la pendiente oriental de los Andes, donde se registran precipitaciones anuales del orden de 400 a más de 1000 mm (casos como el de Bariloche y Cerro Catedral), como consecuencia de la extensión de los sistemas pluviosos, en su mayor parte de origen orográfico, que se registran del lado chileno.

Además, se nota un efecto costero sobre las precipitaciones en sus costas norte y sur, cuyos valores oscilan entre los 200 y 500 milímetros, mientras que las costas del centro son tan secas como las mesetas del interior. Las condiciones inusuales de flujo del sector este, ya mencionadas como originadas por situaciones meteorológicas que muestran extensos anticiclones sobre el Atlántico, en altas latitudes producen lluvias en toda la costa.

La marcha anual de las precipitaciones en la meseta y la costa atlántica depende en su mayor parte de las condiciones en la costa del Pacífico y por la influencia particular de los sistemas de alta presión que se registran espó ráticamente en el Atlántico (6).

El régimen pluviométrico es similar al observado en la costa chilena, con una época de precipitación invernal, en que cae aproximadamente la mitad de las precipitaciones anuales y que se extiende desde mayo a agosto, y una época seca en el verano. La Tabla IV muestra que las estaciones cordilleranas coinciden, en sus valores relativos, casi completamente con las estaciones vecinas sobre la costa chilena, también pone de relieve que los valores de precipitación registrados en la meseta y en la costa atlántica tienen la misma marcha, aunque menos pronunciada.

Como al otro lado de la cordillera, junio muestra más precipitación que los cuatro meses estivales juntos y en la misma costa atlántica el mes más lluvioso tiene todavía una precipitación doble que el mes más seco. Tal similitud en la marcha anual de las sumas relativas es aún mas notable si se tiene en cuenta que los valores absolutos difieren en mas de 10 veces, por lo cual el verano patagónico es una verdadera época de sequía.

TABLA IV:

Marcha anual de las precipitaciones en la Patagonia, comparadas con las correspondientes en Chile

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS PRECIPITACIONES

ESTACION (Elevación)	Lat. S	Long. W	Precip. Anual (mm)	Epoca de Precip. (MAY-AGO)	Mes de Mayor Precip. (JUNIO)	Epoca de Sequía (NOV-FEB)	Mes más seco (DIC-FEB)	Período Años (Desde)
Estaciones Chilenas								
Valdívia(5)	39°48'	73°14'	2531	59	17	15	3	40 (1911)
Puerto Montt (13)	41°28'	72°56'	2130	47	12	23	5	36 (1907)
Isla Suato (140)	43°34'	74°45'	1115	43	11	25	6	40 (1911)
Puerto Aysen (10)	45°24'	72°42'	2917	43	12	28	7	42 (1933)
Punta Arenas (28)	53°10'	70°54'	484	40	11	27	6	22 (1919)
Estaciones Argentinas								
Pedemonte								
Las Lajas (713)	38°32'	78°23'	242	60	17	14	3	25 (1913)
Bariloche (853)	41°09'	71°18'	1065	60	18	15	3	25 (1913)
Esquel (806)	42°54'	71°17'	474	58	20	16	3	33 (1906)
Lago Bs.As. (418)	46°31'	71°01'	219	58	23	13	1	9 (1937)

Meseta y Costa									
Maquinchao (888)	41°15'	68°48'	168	42	12	24	5	26	(1913)
Sarmiento (268)	45°35'	69°04'	135	52	16	20	4(NOV)	15	(1930)
C. Rivadavia (61)	45°47'	67°30'	206	44	12	25	5(NOV)	15	(1930)

Condiciones biometeorológicas en la Patagonia

La evaluación de los recursos atmosféricos de la Patagonia quedaría incompleta si no nos refiriéramos a su relación, directa o indirecta, con los otros recursos naturales (agua y suelo) con los que conjuntamente definen las condiciones de productividad de una región. Los naturalistas de la segunda mitad del siglo pasado, De Candolle (1855), Crisobach (1866), Drude (1867) y Schimper (1898) realizaron las primeras descripciones fisionómicas de las asociaciones vegetales con los primeros mapas descriptivos de la distribución de la temperatura y la lluvia, considerándolos como las variables meteorológicas principales y de mayor acción sobre la superficie terrestre.

Wladimir Köppen, especializado en fitogeografía y fenología, es quien intentó por primera vez una clasificación racional de los grandes grupos climáticos, tomando como base las manifestaciones fitogeográficas que determinan (1900). En trabajos posteriores, Köppen trató de hallar una fórmula conveniente para expresar el valor relativo de la precipitación, en este tipo de clasificaciones, pues no consideraba que su valor absoluto fuera representativo de la acción de este hidrometeoro sobre la superficie terrestre. En ellos reconoció el valor de la evaporación para distinguir los diferentes climas. Sin embargo, por falta de un conocimiento apropiado de los procesos evaporativos y transpirativos de los biomas, desarrolló sus índices climáticos como relaciones ponderadas entre la precipitación y la temperatura.

La senda abierta por Köppen fue tomada por otros autores, en particular por De Martonne (1926 y 1941) y Thornthwaite (1930), quienes continuaron realizando descripciones climáticas de regiones fitogeográficas. Recién en 1948 Thornthwaite produce una nueva clasificación, introduciendo una variable inédita, la evapotranspiración potencial, mediante la que se determina el valor relativo de la precipitación. Estos trabajos fueron seguidos por los de Penman y otros autores, permitiendo una mejor evaluación de los recursos climáticos regionales.

Retomando el problema de la región patagónica argentina, nos enfrentamos a la situación ya descrita, con el predominio de un flujo zonal persistente con masas de aire secas, debido al efecto orográfico de Los Andes. Además, la gran oceanidad del clima hace que las temperaturas del aire se mantengan sobre 0° C durante casi todo el año, lo que influye para que existan fuertes pérdidas de agua por evaporación, tanto en verano como en invierno.

De acuerdo con la clasificación de regiones agropecuarias naturales (Figura N° 1), la situación actual dominante en la Patagonia es de aridez, excepción hecha de la estrecha región húmeda, en la zona andino patagónica, beneficiada por las precipitaciones orográficas producidas en el lado chileno, que se extienden a barlovento de los Andes,

hasta unos pocos kilómetros, y de los valles de los ríos de la región, cuya potencialidad agroeconómica esta puesta en evidencia en los desarrollos alcanzados en los ríos Colorado, Neuquén y Negro.

Si se considera que la región árida de la Argentina abarca, aproximadamente, un 65 % (2/3) del territorio nacional (excluida la Antártida Argentina), observamos que la Patagonia cubre un área del orden del 35 al 40 % de ese total.

Utilizando la clasificación climática desarrollada por Thornthwaite (1948), basada sobre la distribución de la efectividad hídrica y térmica, elementos determinantes de la vida vegetal, Burgos y Vidal (7) han definido las regiones hídricas y térmicas del país. Las correspondientes a la Patagonia están graficadas en la Figura N° 6.

Según puede observarse, al sur del río Colorado los índices hídricos son negativos y menores que -40, lo que identifica a esta región como árida. La zona occidental de la región, según ya fuera mencionado, al beneficiarse con las precipitaciones provenientes del oeste, posee, en apretada secuencia espacial, los tipos climáticos que van del árido al húmedo. La porción sur de la provincia de Santa Cruz pertenece al tipo semiárido (D), el norte de Tierra del Fuego al sub-húmedo seco (Ci), el sur de la isla al sub-húmedo húmedo (Cr) y las Islas Malvinas al húmedo (B1).

Esta distribución climática está en perfecto acuerdo con la distribución de la vegetación natural en la porción austral del país. Las formas de xerofitismo absoluto, de la parte central de la Patagonia van cediendo lugar a otras menos adaptadas a la escasez de agua, y en el extremo sudeste de Santa Cruz se insinúan las asociaciones con gramíneas tiernas y con ellas la posibilidad de cría de ganado vacuno. Estas condiciones se acentúan en el norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego, cuya porción sur, por un aumento de la efectividad hídrica y su elevada latitud, reaparecen las condiciones de bosques (C2).

Las Islas Malvinas, de acuerdo a ello, debieran poseer la fisonomía de los bosques magallánicos, en cuanto a la eficiencia hídrica de su clima (B1). Pero, debido a la extraordinaria fuerza y frecuencia del viento, su vegetación es herbácea y arbustiva.

En lo que hace a las regiones térmicas (Figura N° 6B), los índices de eficiencia térmica, que dependen de la evapotranspiración, reflejando la longitud diurna y la temperatura, muestran que la mayor parte de la Patagonia tiene un tipo de clima mesotermal, con climas microtermales (índice por debajo de 570) en el oeste de Chubut, oeste y sur de Santa Cruz, Tierra del Fuego e Islas Malvinas.

En un trabajo posterior (Burgos, 1963) (8) se subdivide al país en distritos climáticos, para cuya definición, además de los índices hídrico y térmico arriba mencionados, se agrega el período libre de heladas. En el caso de la Patagonia los distritos se diferencian por los valores de dichos parámetros, a saber: índice hídrico < -40 , índice térmico < 712 , período libre de heladas < 100 a 280 días por año. En lo que hace al índice térmico se introduce una nueva clasificación, por tipo térmico (oasis, templado y frío). El clima de oasis (Selianinov, 1960) es aquel en el cual la temperatura limita el desarrollo agrícola.

Demario y Pascale (1982) (9) calcularon la evapotranspiración potencial (Figura N° 7),

según Penman (1948), observándose valores anuales que van desde los 600 milímetros, en el sur de Santa Cruz, hasta 1200 milímetros, en la península de Valdez. La aplicación del modelo de Thornthwaite dá valores entre 500 y 750 mm/año y el de Grassi-Christiansen de 1000 a 1400 mm/año. Cabe señalar que, además de ser marcadamente diferentes, estas cifras son engañosas (Quintela, 1977) debido a varias razones: a) la escasez de valores medidos con tanques; b) las dificultades que causa el congelamiento del agua del tanque en gran parte del año; c) los errores que se cometen al aplicar modelos desarrollados para otros tipos de clima con contornos geográficos diferentes; d) las distorsiones que se producen por la excesiva influencia del término advectivo cuando el viento es constante, y e) fundamentalmente, porque en esas latitudes casi no tiene sentido hablar de evaporación potencial cuando el suelo nunca está en condiciones de almacenaje de agua. La evapotranspiración real anual llegaría, como máximo, al 10 % de la evapotranspiración potencial.

Por lo expuesto, en condiciones similares, en otras regiones, Doorembos y Pruitt (1977) se refieren, con cautela, a "requerimientos hídricos de los cultivos". En este contexto, resulta criticable el criterio que adoptó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación (Nairobi, 1977) para clasificar climas áridos. Se aprobó un mapa mundial preparado por FAO y Unesco, basado en un índice $I = P/ETP$, donde P es la precipitación, y ETP es la evapotranspiración potencial calculada según la fórmula de Penman. En este mapa aparece una franja, entre los 68° y 70° W, en la Patagonia, designada como semiárida. En la Figura N° 1 del presente trabajo dicha zona es considerada como árida, siendo este el resultado de la aplicación de índices más confiables.

Si se examinan las precipitaciones medias anuales que se registran al sur del río Colorado, estas fluctúan entre 300 mm en la costa hasta 200 mm en el límite oriental de la zona andina patagónica. A su vez esta zona puede dividirse en dos sub-zonas, una en las estibaciones andinas del extremo E, con precipitaciones de hasta 600 mm (sub-húmeda seca) y otra con isoyetas que van de ese valor hasta los 2000 mm, sobre los Andes (húmeda). Los valores máximos de precipitación nival se observan en la sub-zona llamada "Hielo Continental Patagónico" de difícil acceso.

A pesar de la escasez de agua, característica principal del clima patagónico, cruzan su territorio de W a E, varios ríos, algunos de ellos de caudal importante. Ellos se alimentan del deshielo o de las precipitaciones que se registran en sus cabeceras. Esta situación los define como ríos de caudal irregular; sin embargo, su importancia en el desarrollo de la Patagonia es indudable, para lo cual basta con observar la modificación del escenario patagónico por la construcción de diques y represas y recordar que, con la construcción del Dique Peralta Ramos, en la década del 30, se inicia para Argentina una industria frutícola de características excepcionales. Quizás pocos recuerden que aun en la década del 20 se importaban manzanas y peras de California y Europa, siendo actualmente la Alta cuenca del Río Negro una zona de exportación de esos frutos a Europa.

El río Negro, alimentado por los ríos Limay y Neuquén posee un módulo de 1000 m³/s, lo que ha permitido su aprovechamiento para riego y producción de energía hidroeléctrica. Las grandes obras del Chocón-Cerros Colorados, el complejo Alicurá y Piedra del Agui-

la conforman emprendimientos trascendentes en la economía nacional general, excediendo, según se había previsto las necesidades propias de la región. En este sentido, es oportuno destacar que los problemas climáticos, reflejados en la disminución de las precipitaciones y en retraso del deshielo estival, se traducen en reducciones de sus caudales que pueden producir serios efectos sobre su utilización, tal y como ocurre desde fines de 1939. Este tipo de situación meteorológica es negativo en cuanto hace a la provisión de energía en el Sistema Interconectado Nacional

Otros cursos de agua (Chubut: 50m³/s; Deseado: 10m³/s; Chico: 35m³/s; Santa Cruz: 680 m³/s y Callegos: 35m³/s) han permitido construir el Dique Arneghino y obras para uso consuntivo para fines de riego. Debe señalarse, sin embargo que no hay un aprovechamiento integral de estos recursos hídricos, salvo los que ha construido Hidronor. Esta empresa del Estado, hasta su privatización estuvo abocada al desarrollo de emprendimientos hidráulicos.

En cuanto a los recursos hídricos subterráneos, cuya disponibilidad ha hecho posible solucionar las necesidades de agua potable en algunas ciudades en desarrollo, no han sido inventariados totalmente y su explotación es aún limitada.

En relación con el inventario de los recursos atmosféricos e hídricos de la Patagonia, cabe señalar que la escasez de estaciones meteorológicas y de estaciones pluviométricas y nivológicas provoca deficiencias de información muy críticas por las características de la región (árida y semiárida). Sin embargo, hay sub regiones donde se observan progresos marcados en esta área del quehacer nacional, en particular en el Comahue y en algunas zonas de la Provincia de Santa Cruz.

Para mayores detalles de hidrogeología y, también, sobre los aspectos geológicos generales y específicos de la Patagonia, se recomienda la consulta de los informes y trabajos publicados por el Comité Argentino para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas y de las referencias bibliográficas que se mencionan en este artículo.

Bioclima y desarrollo

Según ya se mencionó, uno de los aspectos del bioclima patagónico se refiere a los asentamientos humanos, en función de las potencialidades económicas de cada zona y de los innegables factores políticos que constituyen un condicionante importante en el desarrollo de esta importante región argentina.

En este sentido, a nuestro criterio, una cuestión fundamental es la falta de planes integrales que abarquen a las diversas componentes de los importantes recursos naturales de la Patagonia. Según se ha venido destacando en este trabajo, existen falencias en cuanto hace a la evaluación de los recursos atmosféricos e hídricos, elementos fundamentales para la ejecución cabal de los estudios de factibilidad que corresponde realizar en relación con el uso racional de los recursos renovables y no renovables de esta extensa región, cuyo entorno bioclimático tiene, según se ha visto, características singulares.

Estas falencias, que vienen de larga data, han conducido al desarrollo de diferentes emprendimientos, algunos de ellos muy importantes, pero que, con pocas excepciones,

han sido encarados como fuentes de producción de tipo exógeno. La energía generada por Hidronor, el petróleo extraído y transportado por YPF, el carbón de YCF, la producción lanera y la frutihortícola se envían a los grandes centros de consumo, sin que la inversión que debiera esperarse de la comercialización de esos recursos vuelva a realimentar el proceso de producción.

El clima como factor prioritario de la inserción del hombre, como elemento básico del desarrollo futuro, no ha sido estudiado en profundidad, salvo en algunos trabajos que realizan los Centros Regionales del CONICET y la Universidad del Comahue. Cuando hablamos de climas nos referimos al medio ambiente globalmente (calefacción, desalinización del agua de mar, mayores aprovechamientos de los recursos hidrometeorológicos, influencia de las modificaciones del clima sobre los seres vivos, acción sobre recursos forestales, sobre incendios de bosques, vivienda y explotación racional de los recursos).

Un ejemplo de aplicación de estudios bioclimáticos es el efectuado por el IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales; Norma No 11.503), con el objeto de zonificar a la Argentina de acuerdo con un criterio bioambiental, estableciendo las características térmicas, hídricas, de radiación, de insolación y de otros factores que producen impacto en la vida animal y vegetal. La Figura N° 8 muestra la clasificación bioambiental para la Patagonia resultante de este trabajo.

Es de interés, asimismo, el estudio del balance neto de masa entre la atmósfera y el mar epicontinental argentino, entre 36° S y 50° S (Scasso y Piola, 1988). Este balance depende de la salinidad del agua de mar, que varía de este modo: al este del estrecho de Magallanes se presenta un mínimo de 33,5 ppm, alcanza a 34 en el límite del talud continental y llega a un máximo en el Golfo de San Matías (34,2 ppm), donde aplicando el método aerodinámico de masa se ha estimado un exceso de evaporación sobre la precipitación del orden de 1000 mm/año, valor que duplica al estimado para las aguas sobre la plataforma continental. Hay que señalar que también en el golfo citado la temperatura del agua es mayor en 2,5° C, en promedio, a la de la plataforma continental. El inconveniente principal del método para calcular el balance se debe a la incertidumbre en la determinación del coeficiente de intercambio de calor entre el aire y el agua, que depende de la velocidad del viento y de la estabilidad de la atmósfera. Si el número de observaciones es grande (más de 500) se considera que el error estimado en la evaporación, utilizando coeficientes adecuados, es del 10%, valor aceptable. Las estimaciones de exceso de evaporación sobre precipitación (medida en estaciones meteorológicas costeras), en la plataforma, al sur de la península de Valdez, es de 500 mm/año, considerando que el aporte de los cursos de agua continentales es poco significativo salvo en la desembocadura del río Negro.

¿Por qué estos altos valores de evaporación no modifican o, por lo menos, reducen la aridez del clima patagónico? La razón fundamental ya mencionada es que los vientos del sector oeste que prevalecen durante todo el año conducen las masas de aire marítimo hacia el sector este. Por ejemplo, en Comodoro Rivadavia el 70 % de los vientos en superficie provienen de los sectores SW, W y NW con velocidades medias anuales del orden de 40 km/h y en Maquinchao, en plena meseta, el 64 % (sumando a las anteriores la dirección

N). En esta última localidad la temperatura de punto de rocío, que es proporcional a la humedad absoluta o específica del aire, solo es de 9° C en verano y de 1° C en invierno, valores que cuantifican la sequedad del aire.

En la Figura N° 9 se han dibujado la rosa de los vientos de varias estaciones. Puede observarse el predominio de los vientos de los sectores que hemos mencionado.

Desde hace mucho tiempo, se han propuesto distintos índices sobre la tipología climática de la Patagonia. Quizá Davies (1910) fue el primero en ocuparse de este tema en forma sistemática. Sin duda, mucho antes que él, distintos exploradores y científicos (De Candolle, 1855, 1874; Drude, 1890; Grisebach, 1866; Köppen, 1884, 1900) y después (De Martonne 1941; Hauman et al, 1947; Knoche y Borzacov, 1947; Köppen, 1923 y 1931; Köppen y Geiger, 1936; Thornthwaite, 1931, 1948, etc.) han aplicado diversos criterios y puntos de vista sobre la materia. En general estos índices desarrollados para climas del hemisferio norte y, especialmente los basados en el tipo de vegetación, no han sido coherentes y han caído en desuso. Sin embargo, por su amplia difusión y su vigencia, consideramos oportuno mantener la referencia ya mencionada, del mapa de regiones hídricas de Thornthwaite (1948), que ha sido reproducida en la Figura N° 6.

Más recientemente Hoffman, J.J.A. y Medina, L. (1971) (10) y Hoffmann, J.J.A. y Nunez, S. (1983) (11) han realizado ensayos de clasificación bioclimática, basándose en criterios más modernos, especialmente los de Olgay (1963, 1969). Sin duda, se trata de un nuevo enfoque, pero los mismos autores mencionan que, siendo el viento el factor biometeorológico primordial en la Patagonia, las conclusiones de sus trabajos no son aplicables estrictamente en esta región del país. Se reproduce el diagrama de confort climático según Olgay, en el que se ha representado el climograma de la ciudad de Comodoro Rivadavia, representativa de la zona central costera de la Patagonia. Los puntos del climograma representan los valores medios de temperatura y humedad relativa de cada mes del año, para el período 1971-80. Se puede observar que en ningún mes del año las condiciones meteorológicas medias alcanzan la zona confortable, distinguiéndose tres períodos a saber: 1) de noviembre a marzo: con condiciones cercanas a las de bienestar; 2) abril, mayo, setiembre y octubre, con condiciones tolerables, con vientos fuertes (a 30 km/h) y en los meses de invierno (junio, julio y agosto) con condiciones de frío marcado, no atenuado aún con radiación solar plena. Obsérvese, sin embargo, que las temperaturas medias están por encima de los 5° C, es decir, con valores mayores que los que se registran en el hemisferio norte, a la misma latitud, según ya se ha destacado en el Cuadro N° 1.

El Servicio Meteorológico Nacional, en su serie de Boletines Informativos, ha publicado información sobre este tema. Se trata de los boletines N° 8: El tiempo, el clima y la salud y N° 19: Guía climática para el turismo, en los que se hace mención de las condiciones atmosféricas sobre el individuo, en diferentes zonas del país.

Del boletín N° 8 obtenemos la Figura N° 10, en la que se reproduce la porción meridional del Mapa Bioclimático de la República Argentina, con la información correspondiente a la región patagónica, obtenida en función de los datos meteorológicos correspondientes a los períodos 1931-1960; 1951-1960 y 1968-1976. En el se grafican las áreas de sensación

climática homogénea, según la percibe un individuo vestido con ropa liviana, en actitud de reposo o actividad sedentaria, en la sombra, sin viento y aclimatado a la zona comprendida entre los paralelos 31° y 39° S.

En lo que respecta al turismo en relación con el clima, el Boletín N° 19 publica una guía basada en un estudio del Dr. J.J.A. Hoffmann que informa sobre las condiciones ambientales de las áreas de interés para esta actividad. En lo que concierne a la Patagonia, se distinguen tres zonas perfectamente diferenciadas: a) lagos y bolsones (Lago Argentino, Esquel, Bariloche, etc.); b) costa patagónica (Puerto Madryn y Península de Valdez) y c) Región de Ushuaia. También se agregan otras zonas de menor afluencia turística pero de indudable interés económico (valle del Río Negro, Comodoro Rivadavia, etc.). Los datos bioclimáticos más importantes se incluyen en el Cuadro N° 1.

CUADRO 1:

Información bioclimática correspondiente a zonas patagónicas

LOCALIDAD	ESTACION	
(Elevación en m.)	Verano	Invierno
Bariloche (836)	Días confortables frescos y noches frías. temp.m = 14°C temp.m=2.5°C Velocidad media del viento > 30 Km/h	Frío, lluvias y nevadas.
Esquel (568)	Idéntico a Bariloche Vientos de menor intensidad (valle protegido) Velocidad media del viento: 10 Km/h.	
Lago Argentino (220)	Fresco en días con vientos suaves. Frío en días con vientos fuertes. temp. m = 13°C	Muy frío. Lluvias y nevadas. temp. máx. < 10°C temp.m = 1°C
Península de Valdez y Puerto Madryn (7)	Confortable con algunos días calurosos. temp.m = 20°C Velocidad media del viento: 18 Km/h	Fresco. Noches frías Escasa precipitación. temp.m = 7°C
Ushuaia (14)	Frío, escasa radiación solar (17 días por año con cielo claro). temp.m = 9°C Velocidad media del viento: 17 Km/h	Muy frío temp.m = 1.8°C
	Alta frecuencia de precipitaciones: 103 días/año de lluvia y 50 días/año de nieve	

Finalmente, y no por ello menos importante, es conveniente destacar que los índices y diagramas bioclimáticos en uso provienen de trabajos realizados en el hemisferio norte, siendo la resultante de estudios, sin duda muy importantes, pero efectuados con sujetos de características étnicas distintas a las nuestras, con vestimenta, hábitos alimentarios, condiciones de aclimatación de su habitat muchas veces marcadamente diferentes a las

nuestras, a lo que deben sumarse pautas de vida no coincidentes. En consecuencia, se hace necesario analizar con mucha cautela los resultados obtenidos en función de esos índices y diagramas.

En consecuencia resulta necesaria la realización de estudios del impacto ambiental sobre sujetos de los tipos antropológicos y hábitos de vida (costumbres, alimentación, vestimenta y vivienda) característicos de cada región del país. La carencia de los mismos ha limitado nuestra información a lo expuesto. Al respecto consideramos oportuno mencionar que ya se han desarrollado varias acciones para realizar este tipo de trabajo. Además de los proyectos oportunamente presentados al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, se han firmado convenios orientados al estudio del clima y su influencia sobre los seres vivos.

Resumiendo, la utilización racional de los recursos naturales de la Patagonia, como los de cualquier otra región del país, plantea la expansión y modernización de las redes de observación de las diversas variables ambientales que definen al clima, a las condiciones de la temperie, en intervalos de tiempo compatibles con los métodos de predicción disponibles, y a la disponibilidad de recursos hídricos en superficie y subterráneos. Si bien la tecnología moderna permite hacer evaluaciones de estas variables mediante observaciones satelitarias, ellas no son suficientes para la evaluación de los recursos atmosféricos e hídricos. Además, cualquier sistema de teleobservación plantea el requerimiento de observaciones en la superficie terrestre, a manera de elementos de referencia para validar los datos obtenidos por sensoría remota.

La Patagonia frente al cambio climático global y su impacto regional

Son muy escasas las dudas que subsisten con respecto a que nuestro planeta ha entrado en un período de cambio de su clima (12). En rigor de verdad, la Tierra ha experimentado ya diversos cambios climáticos trascendentes que generaron seis hecatombes globales, de entre las cuales la más conocida es la que pudo haber originado la extinción de los dinosaurios, especie dominante durante la mayor parte de la era mesozoica, desde los 225 a los 65 millones de años antes de ahora.

Tales modificaciones tuvieron causas naturales. En la actualidad, y desde la iniciación de la evolución industrial, el hombre ha producido cambios sustanciales en la composición de la atmósfera; ha volcado grandes cantidades de efluentes en los cursos de aguas superficiales y los océanos; ha modificado sustancialmente las condiciones de los suelos, deforestando, construyendo, desviando cursos de agua, etc., y, también, ha incidido sobre la cantidad y calidad de los recursos hídricos subterráneos.

El impacto de tales acciones sobre y en contra del entorno ambiental tendrá varios efectos. De entre ellos el ya mencionado del efecto invernadero resultaría en cambios de distinto signo, de acuerdo con la latitud. La Figura Nº 11 provee la información que resulta de una comparación de los resultados de varios de los modelos climáticos globales en uso, según una publicación reciente (13). En ella pueden observarse los cambios que podrían producirse en las temperaturas y las precipitaciones sobre la Patagonia.

Tal y como lo ha expresado el Dr. M. Parry, investigador inglés y miembro del Grupo de Trabajo sobre Impactos del Cambio Global, del IPCC (14), podrá registrarse una extensión de los cultivos típicos de las regiones templadas hacia las regiones polares, debido principalmente al incremento térmico. Puesto que en la Patagonia se podría producir, también, un incremento de las precipitaciones y porque el aumento de la temperatura producirá la fusión de las enormes masas de agua congeladas de los denominados hielos continentales, las perspectivas de un cambio de las condiciones bioclimáticas de nuestro territorio austral pasan a ser un hecho realizable, con las consiguientes implicaciones socio-económicas y políticas (15).

Esta posibilidad hace, entre otras cosas, más que necesario, diríamos definitivamente ineludible, la decisión de asumir las responsabilidades que emergen de la urgente necesidad de medir las variables ambientales mediante una red suficientemente densa y confiable. Tal decisión asegurará el monitoreo apropiado de las mismas, de manera que simultáneamente con el cambio climático esperado se provean las medidas para llevar a cabo las tareas interdisciplinarias requeridas en los órdenes político, social y económico (relocación de comunidades, zonificación agrícola, selección de especies genéticamente apropiadas, nuevas técnicas de manejo del suelo y de los recursos hídricos en función de las nuevas condiciones, etc.). Además se deberán asumir los compromisos multisectoriales emergentes de las nuevas condiciones ambientales, habida cuenta que la comunidad mundial orienta hoy sus esfuerzos hacia un desarrollo sustentable, como única alternativa para la continuidad de las formas de vida actuales sobre la Tierra.

Ante estas perspectivas de modificación de las condiciones ambientales podría predecirse que la "hora" de la Patagonia ha llegado con el siglo XXI.

BIBLIOGRAFIA (citada en el texto)

1. Las tierras áridas y semiáridas de la República Argentina. Comité Argentino para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas (1963).
2. PROHASKA F., Climates of Argentina, Paraguay and Uruguay. World Atlas Survey of Climatology, Gral. Editor H.E. Landsberg.
3. GRANDOSO H. y J.E. NUÑEZ (1955) Análisis de una situación de bloqueo en la parte austral de América del Sur, Meteoros Año V N° 1.
4. BOSSO J.A. y J.J. BURGOS (1948) Condiciones Agroclimáticas de la Región de Carmen de Patagones, Revista Argentina de Agronomía, Tomo 15, N° 3.
5. BURGOS J.J. (1974) Microclimas del valle del Río Colorado y su potencial agropecuario. Ecosur, Vol. 1, N° 1 y 2.
6. PROHASKA F. (1952) Regímenes estacionales de precipitación de Sudamérica y mares vecinos, Meteoros, Año II N° 1 - 2.
7. BURGOS J.J. y A. VIDAL (1951) Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite, Meteoros Año 1, N° 1.
8. BURGOS J.J. (1963) El clima de las Regiones Áridas de la República Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias, RIA XII (4).

9. DAMARIO E.A y C.L. CATTANEO, Estimación climática de la Evapotranspiración Potencial, en la Argentina, según el Método de Penman. Revista de la Facultad de Agronomía, UBA, 3(3)
10. HOFFMANN J.J y L. Medina. Ensayo de una clasificación bioclimática en la República Argentina, Meteorológica, Vol. II No. 1, 2, 3.
11. HOFFMANN J.J y S. Nuñez (1983). Bioclimas de la Argentina. Meteorológica Vol XIV, Nº 1, 2.
12. Climate change. The IPCC Impacts Assessment. Australian Publishing Service. 1990.
13. NUÑEZ M. (1990) Cambio climático global. Utilización de modelos de circulación general de la atmósfera para evaluar las condiciones en América del Sur. Revista Geofísica 32 del IPGH.
14. PARRY M. Climate change and world agriculture. Earthscan Publications Ltd. London.
15. QUINTELA R.M, R. BROQUA y O.E. SCARPATI (1993). Posible impacto global en los recursos hídricos del Comahue (Argentina). I Simposio de Recursos Hídricos de Cono Sur. Gramado, Brasil.

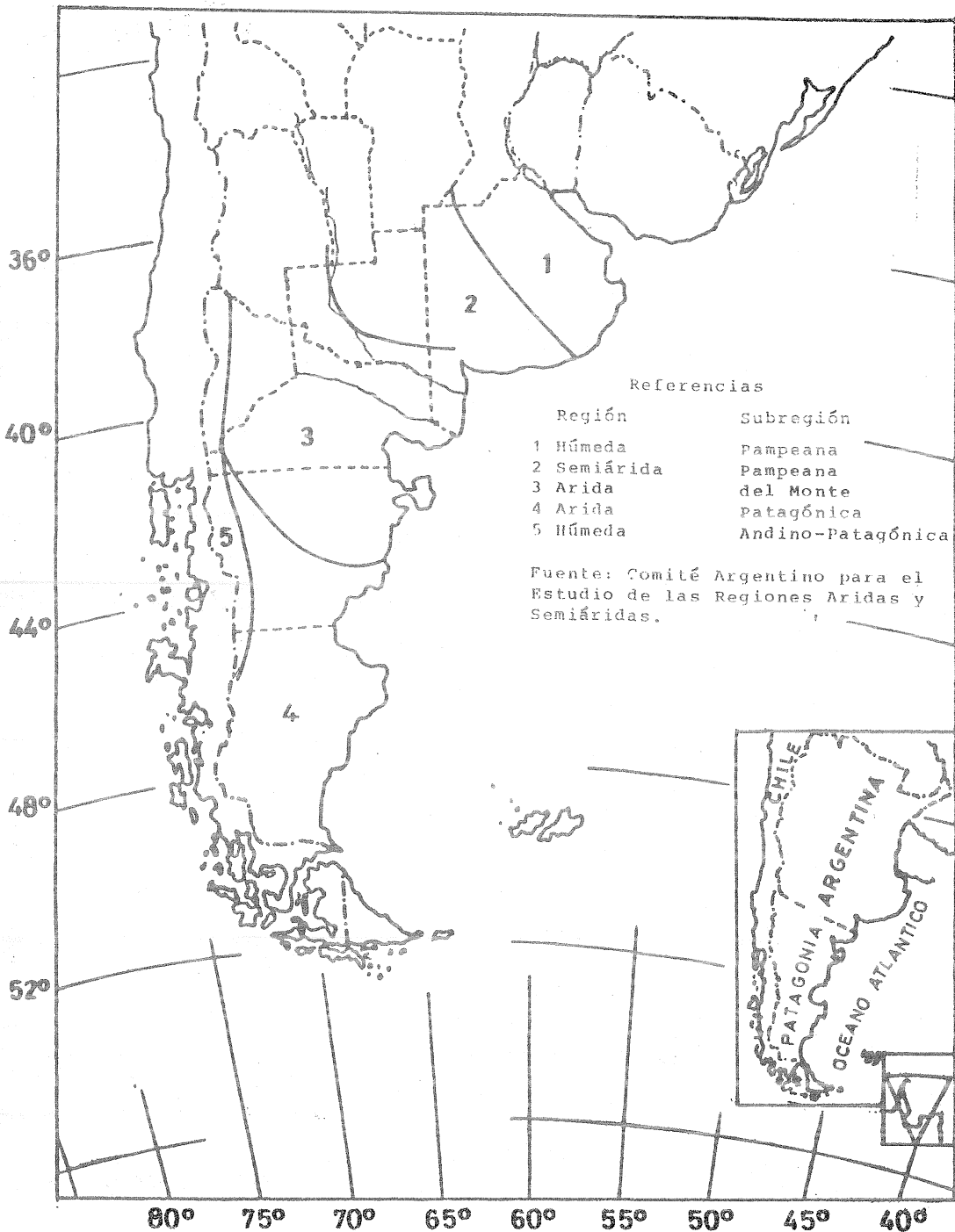


Figura 1

Regiones Agropecuarias Naturales

VARIACIÓN ANUAL DE LA NUBOSIDAD

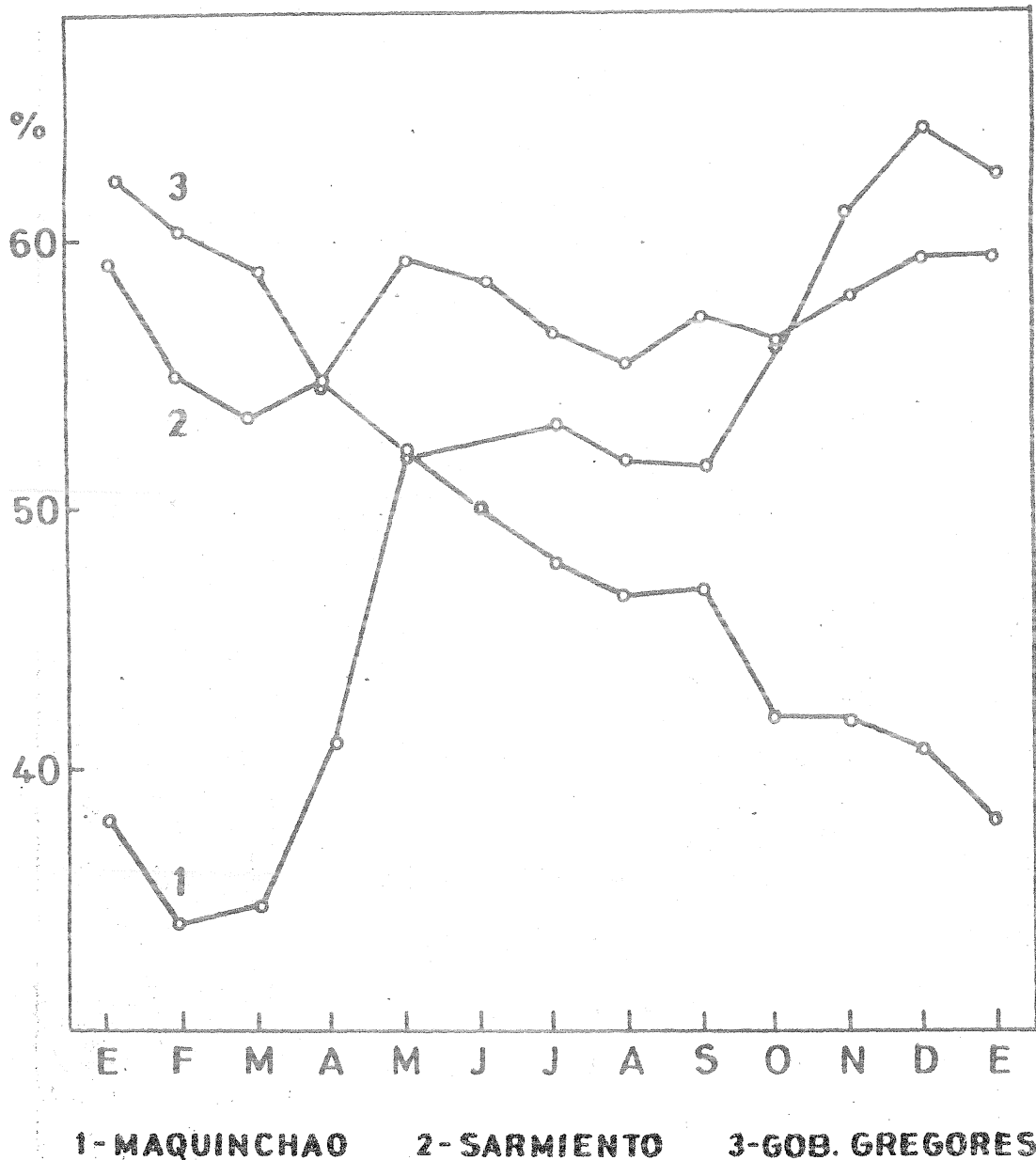
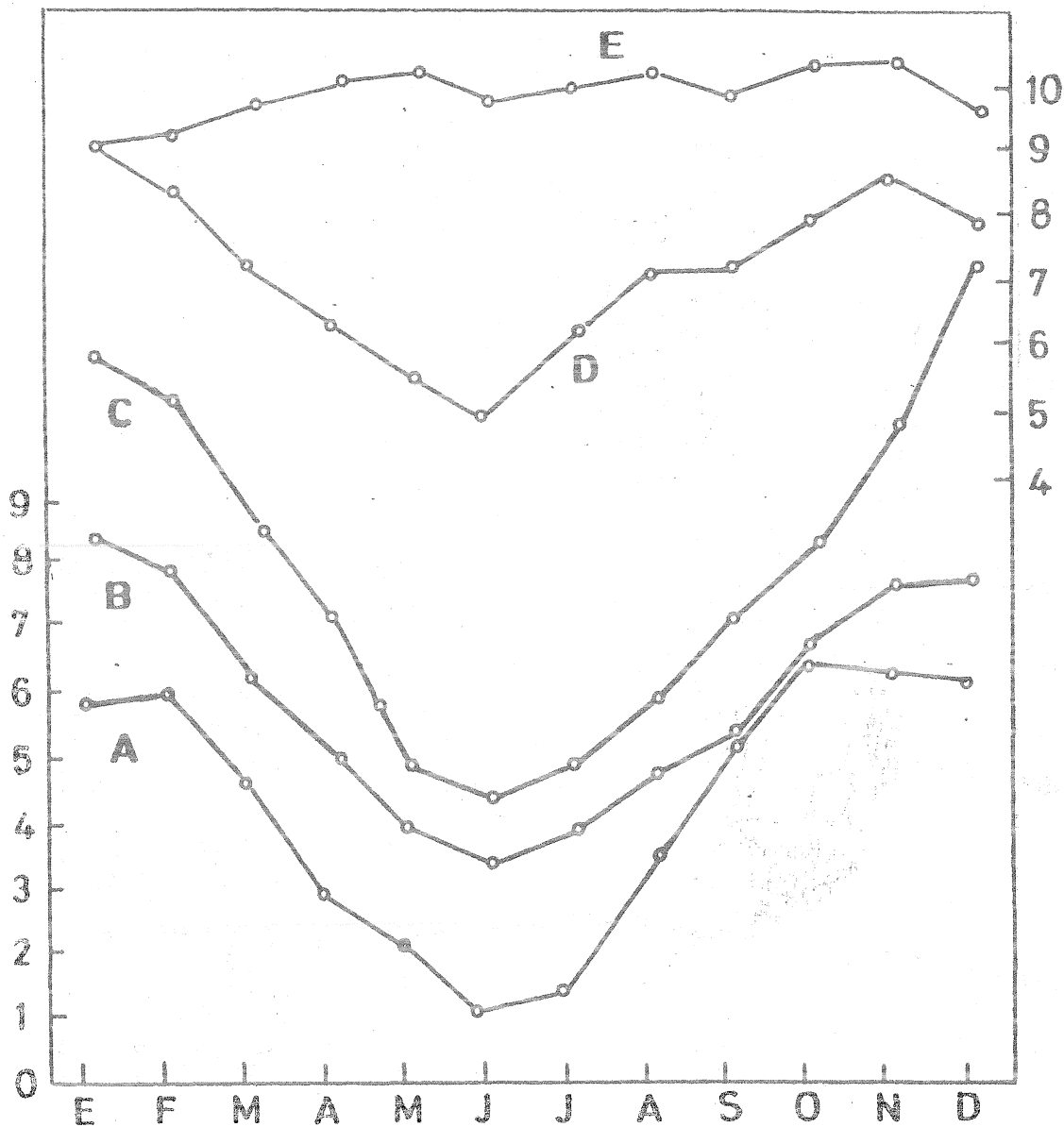


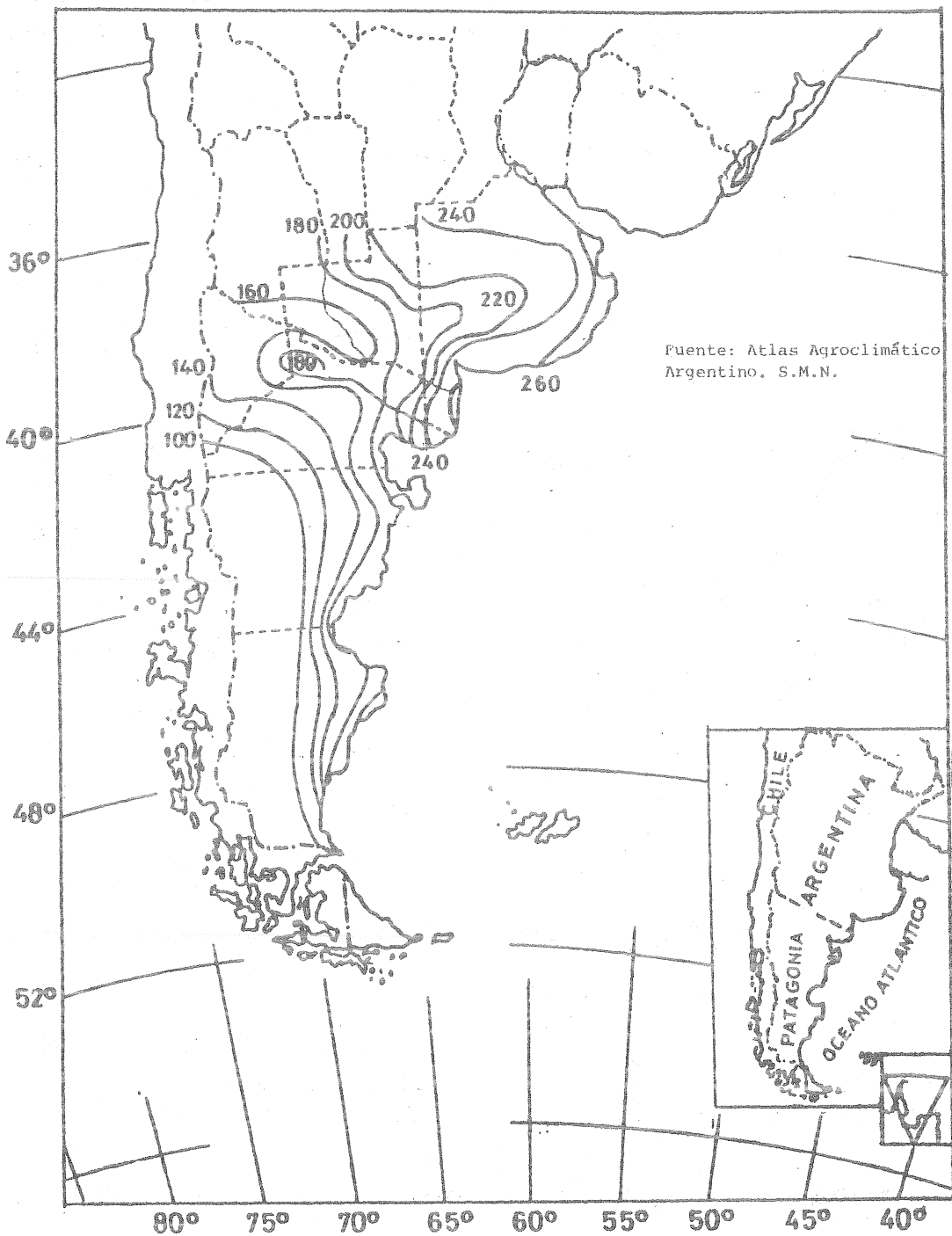
Figura 2

HORAS DE INSOLACION



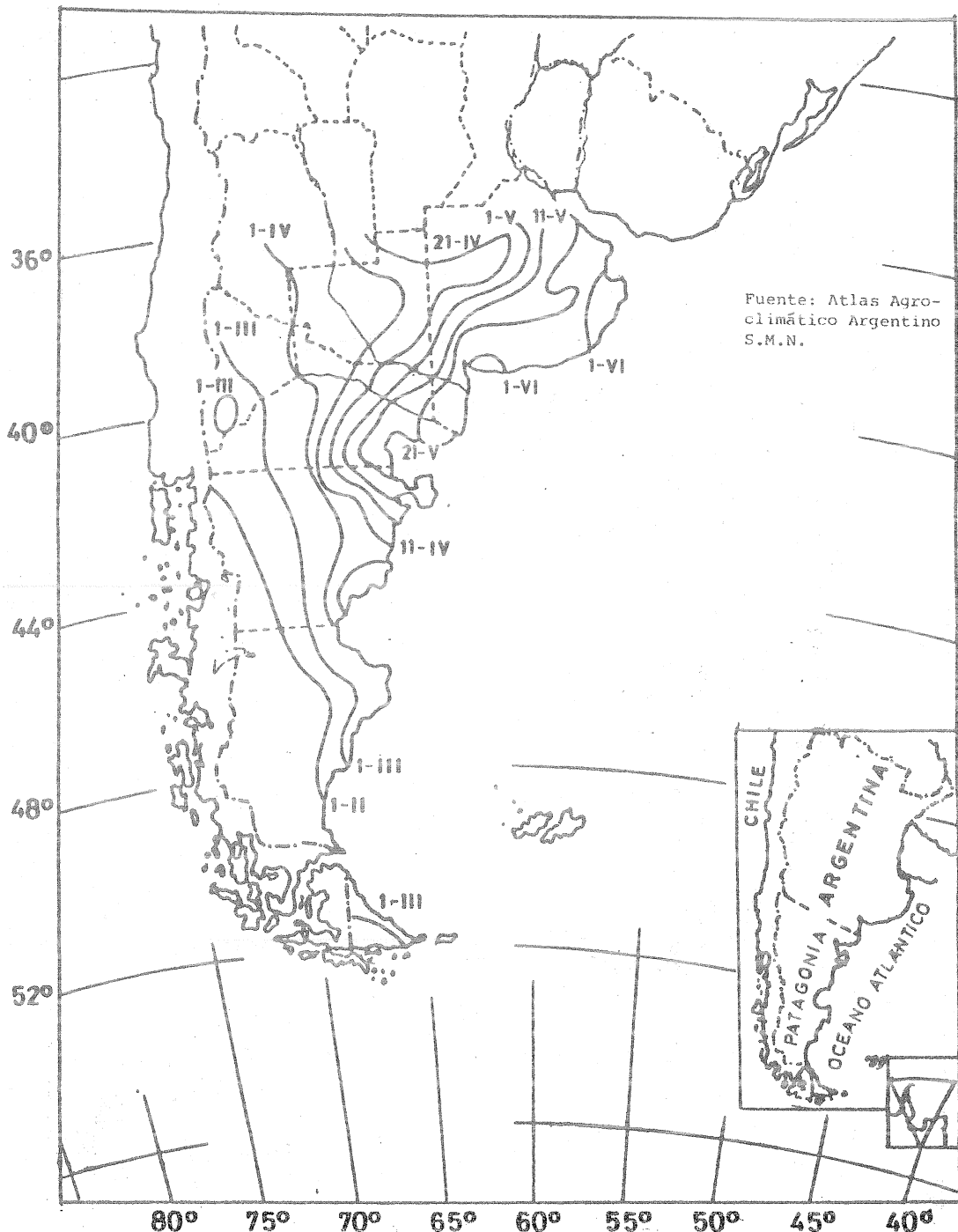
A-TIERRA DEL FUEGO B-PATAGONIA SUR C-NEUQUÉN
 Y RÍO NEGRO D-CÓRDOBA E-LA QUIACA

Figura 3



Fuente: Atlas Agroclimático Argentino. S.M.N.

Figura 4
Promedio del Período libre de heladas, en días



Fuente: Atlas Agro-climático Argentino S.M.N.

Figura 5 A
Fecha media de la primera helada

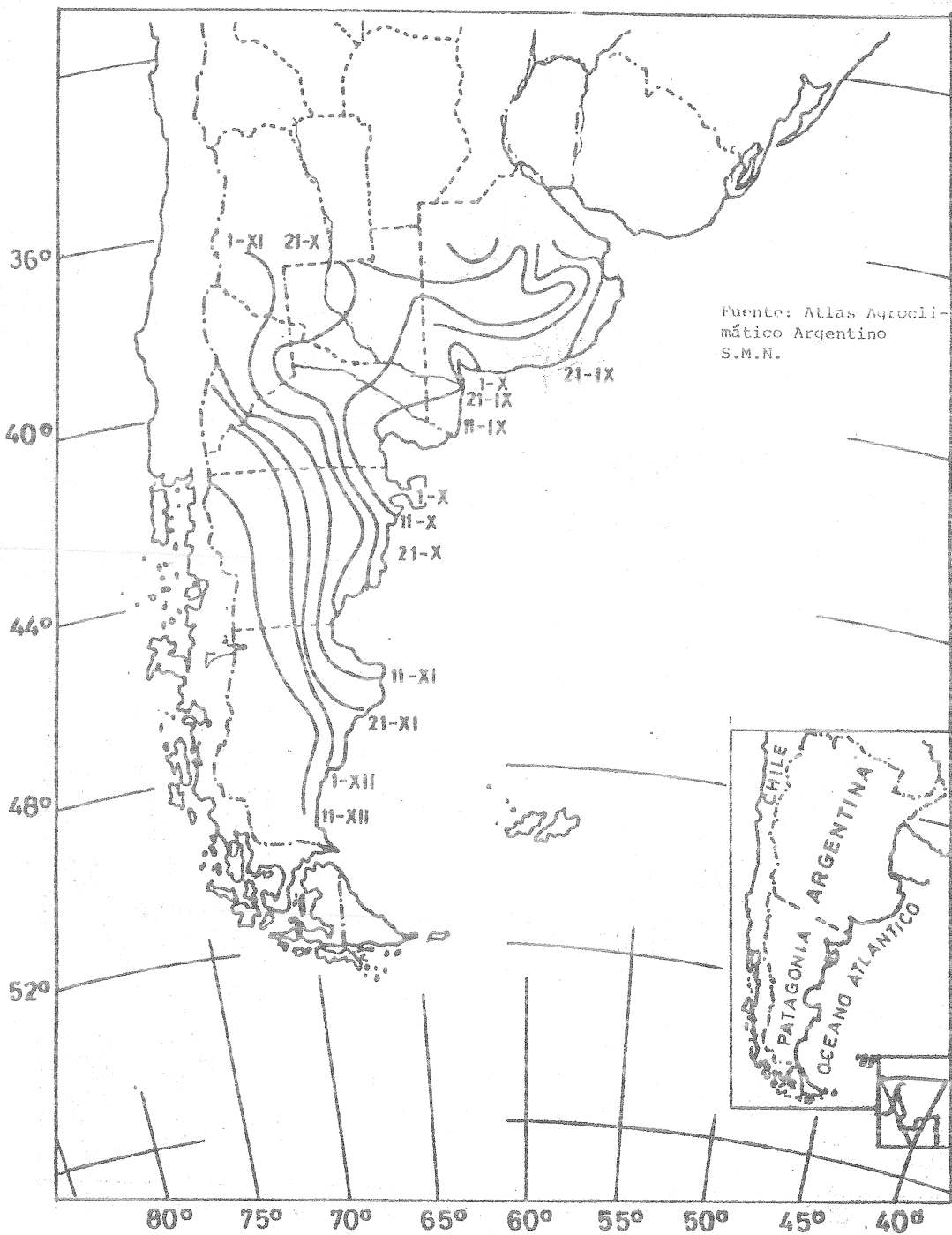


Figura 5 B

Fecha media de la última helada

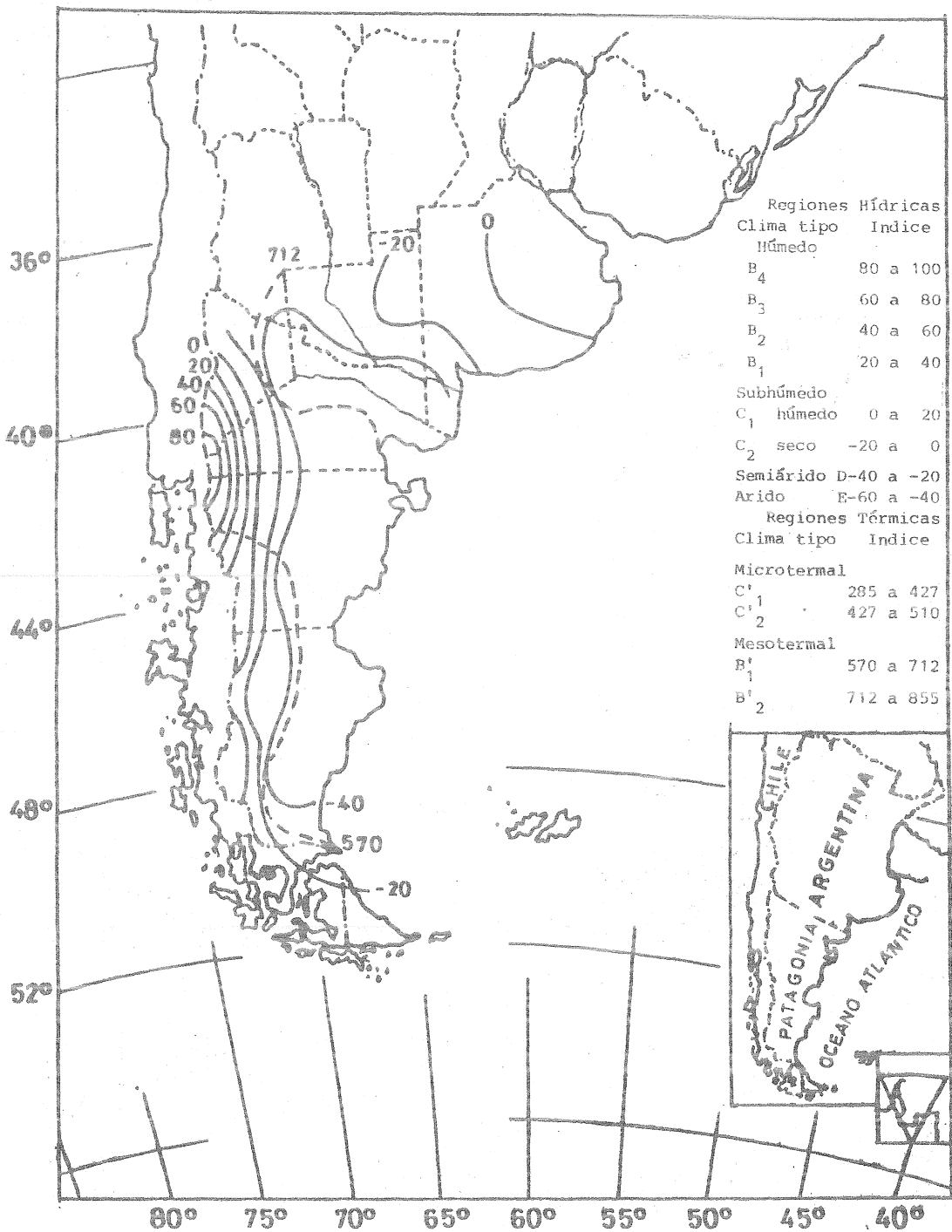


Figura 6
Regiones Hídricas y Térmicas (Thorntwaite)

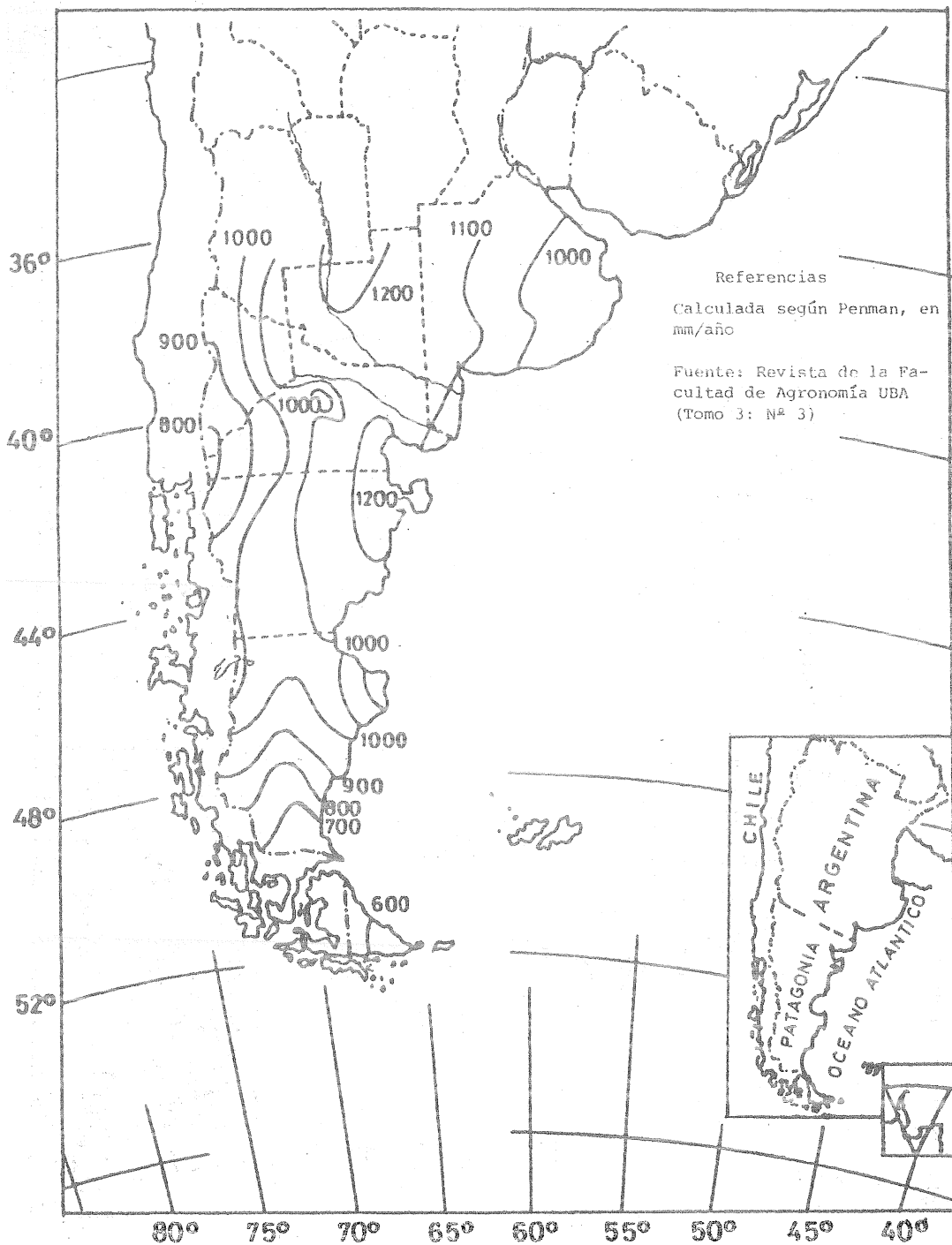


Figura 7
 Evapotranspiración Potencial media anual

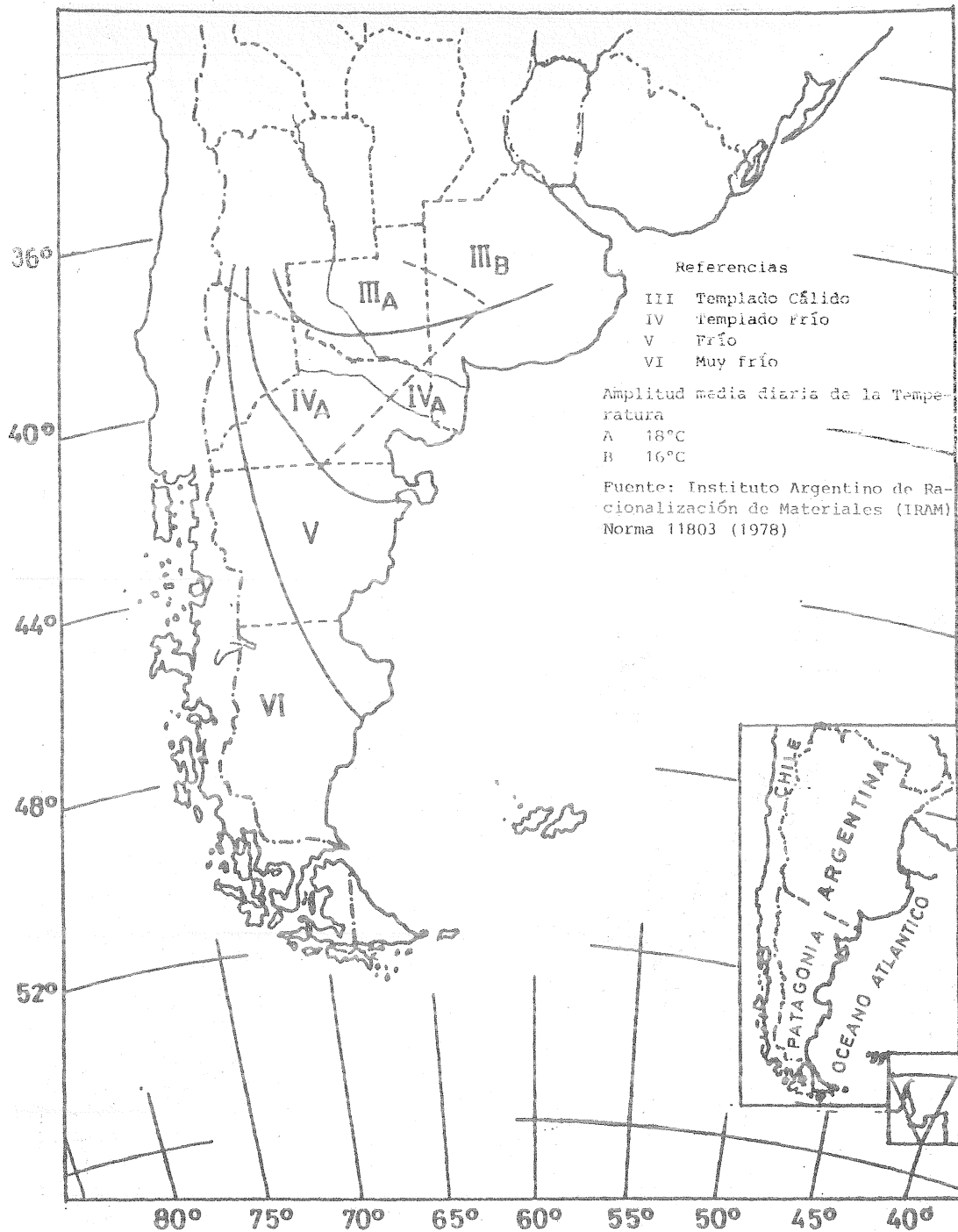


Figura 8
Clasificación Bioambiental

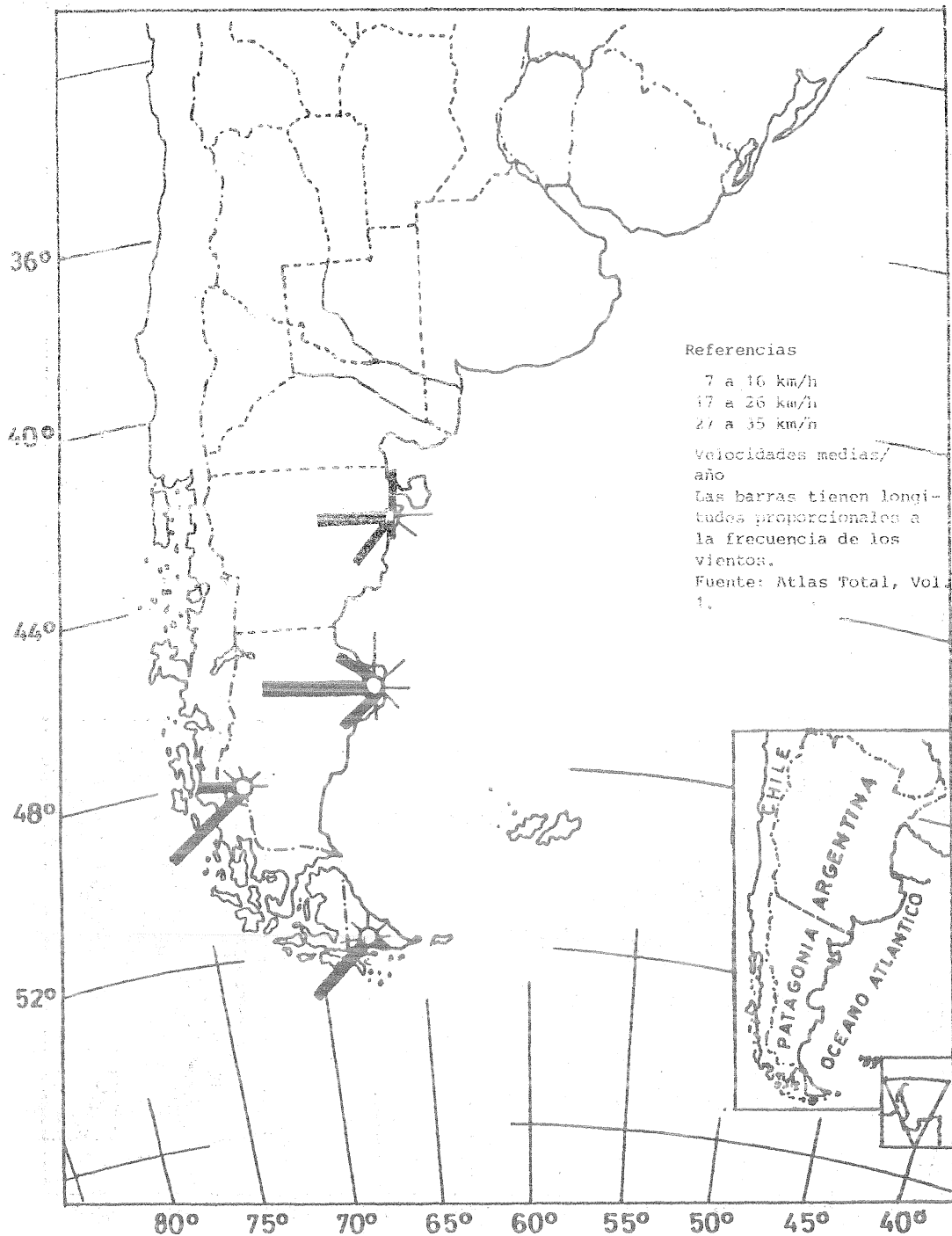


Figura 9

Dirección y velocidad del viento

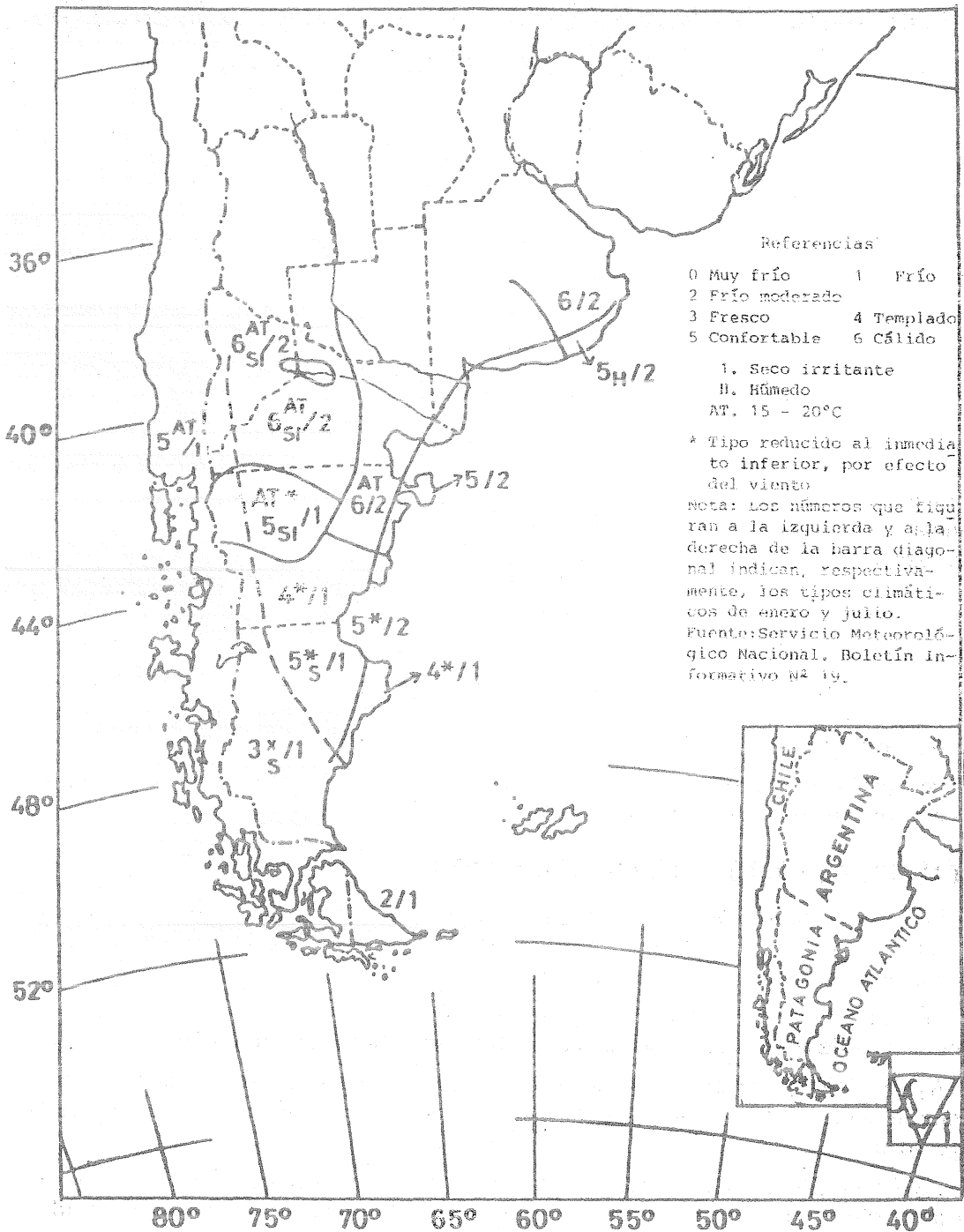


Figura 10
 Mapa Bioclimático