

---

## *Boletín de Estudios Geográficos*

---

RICARDO G. CAPITANELLI

### CLIMATOLOGÍA DE MENDOZA

#### PRÓLOGO

Desde el punto de vista geográfico, una *Climatología de Mendoza* da la impresión de carecer de unidad temática. Sin embargo, cuando se trascienden los criterios meteorológicos tradicionales, estáticos y descriptivos, este problema queda superado.

En efecto, criterios dinámicos basados sobre la Meteorología dinámica, y el establecimiento adecuado de las conexiones entre el clima y los demás elementos del medio natural y humano, ponen de manifiesto los perfiles originales de una *Climatología de Mendoza* limitada políticamente.

Dentro del territorio mendocino se da, como en pocas provincias argentinas, una gran convergencia de procesos gracias a la confluencia de masas de aire cuyos caracteres originales han sufrido transformaciones causadas por factores de orden geográfico de primera magnitud. Tales los efectos producidos por las montañas, que en los Andes de Mendoza alcanzan una altitud solo superada por las cumbres del Himalaya.

Pero más que en consideraciones de orden físico, es en la actitud asumida por el hombre, en su respuesta especial a la conjunción de climas diferentes, donde se encuentra lo más significativo y unificante del tema.

Las combinaciones de tipo climático plantean problemas de tal alcance que las respuestas adecuadas solo pueden darlas los poderes públicos, a nivel provincial. Mendoza tiene las suyas, las que más convienen a la realidad y a los intereses de la comunidad.

He aquí, precisamente, por qué en última instancia el tema ha sido circunscrito políticamente.

Dentro de los límites fijados, hemos tratado de superar los criterios puramente meteorológicos que, bajo el título de Climatología, impregnan a la Geografía. Además, si bien hemos cuidado de establecer todas las relaciones visibles entre el clima y los demás componentes de la esfera física, especialmente los geomorfológicos, se ha procurado hacer una Climatología que no fuera puramente física, de interés geográfico circunscrito, sino también de interés biológico y, por sobre todas las cosas, aproximarla en la medida de lo posible a la actividad humana.

El segundo gran problema planteado ha sido el de las escalas climáticas a aplicar, solucionado mediante criterios dinámicos. Partiendo de la circulación atmosférica general, se han establecido los caracteres climáticos zonales y por la interacción de aquella con los factores geográficos a gran escala, la caracterización de los climas regionales. Finalmente, en función de factores geográficos de segunda magnitud, los locales.

Las fuentes de informaciones actuales y la escala del trabajo —una provincia— no permiten llevar las cosas hasta los microclimas. Incluso no hemos hecho un estudio cabal de los climas locales, sino que los hemos identificado con aquellas localidades donde existen observatorios meteorológicos, sin establecer con precisión los límites de los mismos.

Hemos evitado las interpolaciones dada la escasa densidad de la red de observaciones en un terreno de formas variadas y complejas. Los croquis geomorfológicos bosquejados para cada localidad, dan la pauta de la extensión que a cada clima local se puede asignar.

Además hemos procurado caracterizar los climas de Mendoza partiendo de la tipificación de los distintos estados de tiempo, en sus sucesiones habituales, frecuencias medias, ritmos e intensidades, y los efectos biológicos y humanos.

Algunos complejos especiales, que por la repercusión lo justifican, han sido tratados especialmente, como problemas particulares.

Finalmente, hemos procurado realizar un trabajo con vistas a suministrar los elementos de juicio esenciales para la solución de problemas propios de la vida mendocina.

Las dificultades han sido muchas y no todas de carácter climatológico, sino también meteorológico.\*

Las deficiencias propias de las informaciones estadísticas y la adecuación de los sistemas y métodos de trabajo a la realidad explican la falta de uniformidad en el tratamiento de los distintos problemas, localidades, etc.

Conviene advertir que no existe ningún estudio climático sobre la provincia de Mendoza, ni sobre la región o regiones en las cuales habitualmente se la supone comprendida, que contemple el aspecto dinámico. Knoche y Borzacov, en un capítulo relativo a Clima Regional<sup>1</sup> trataron a la provincia de acuerdo con el sistema de "Clima Decimal" del cual son autores.

Se trata, en realidad, de nuevas escalas y caracterizaciones para las mismas cosas tradicionales, dentro de un grupo de tablas decimales; pero las bases y los criterios siguen siendo los mismos. Es decir, el enfoque es puramente físico y descriptivo.

En el *Informe Agropecuario de la Provincia de Mendoza* dedicado por I.D.I.A. a esta provincia, el ingeniero Félix Albany ha realizado el estudio climático; pero, no obstante el carácter del capítulo, es también meramente físico y sin sentido genético. Por la naturaleza de la publicación y el espacio disponible, quizás, no aporta mayores novedades y sus gráficos de valores responden a una ampliación de las cartas generales del país.<sup>2</sup>

Tampoco los trabajos del ingeniero Juan Papadakis, especialmente su *Mapa Ecológico de la República Argentina*,<sup>3</sup> en los cuales el autor ha realizado clasificaciones ecológicas de los climas, como en otros publicados en I.D.I.A., ha abandonado el criterio descriptivo.<sup>4</sup>

---

\* Sobre el particular pueden consultarse nuestros trabajos relativos a *Estadísticas y clasificaciones climáticas. Posibilidades en el panorama americano*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. VII, N° 27, Mendoza, Instituto de Geografía, 1960, p. 107-112; y *Las clasificaciones climáticas y sus aplicaciones regionales*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. III, N° 13, Mendoza, Instituto de Geografía, 1956, p. 228-234.

<sup>1</sup> KNOCHÉ, W. y BORZACOV, V., *Clima Regional*, en "Geografía de la República Argentina", t. VI, Buenos Aires, GAEA, 1947, p. 196.

<sup>2</sup> ALBANY, F., *Clima*, en "Informe Agropecuario de la Provincia de Mendoza", Buenos Aires, INTA, 1959.

<sup>3</sup> PAPADAKIS, J., *Mapa ecológico de la República Argentina*, Buenos Aires, Ministerio de Agricultura, 1951.

<sup>4</sup> PAPADAKIS, J., *Informe ecológico sobre las provincias de Mendoza y San Juan*, en "IDIA", N° 76, Buenos Aires, INTA, 1954, p. 2-15.

Más recientemente, el ingeniero Armando L. de Fina y sus colaboradores<sup>5</sup> han realizado un nuevo intento, al igual que Papadakis, fundamentado en los cultivos índices, pero con criterios tradicionales puramente descriptivos, según lo hemos señalado oportunamente.<sup>6</sup>

Ninguno de los trabajos citados, quizá por sus fines agroecológicos específicos, tiene un verdadero sentido climático; es decir, caracteres geográficos. Son más bien, meteorobiológicos, siempre al estilo tradicional.

Nosotros mismos, en distintos trabajos de tipo local sobre Mendoza, hemos esbozado algunos principios de explicación dinámica, pero nunca encaramos un trabajo de conjunto.

Los meteorólogos no se habían preocupado en forma especial, conforme con sus intereses particularmente dirigidos a la meteorología sinóptica para el pronóstico del tiempo, por los problemas climáticos de Mendoza, hasta el reciente ensayo experimental a gran escala de la "Operación Granizo", cuyas conclusiones aún permanecen sin publicar en su mayor parte y en el aspecto que aquí interesa.

En suma, la bibliografía sobre el tema que se pretende esclarecer, se encuentra dispersa en trabajos de meteorología general argentina. Éstos, muy buenos, por cierto, tienen el inconveniente de las grandes generalizaciones.

El Dr. Walter Georgii, ex director del Departamento de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Universidad Nacional de Cuyo, dedicó gran parte de sus estudios a los procesos atmosféricos argentinos y particularmente mendocinos. Contó para ello con la colaboración de los servicios especializados del país y equipos excepcionales para su uso exclusivo. No obstante, tal vez por el corto período en que trabajó, los resultados de sus trabajos son discutidos por algunos meteorólogos.

---

<sup>5</sup> DE FINA, A. L.; GIANETTO, F.; RICHARD, A. E. y SABELLA, L. J.: *Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de Mendoza y sus causas*, Buenos Aires, Instituto de Suelos y Agrotecnia, 1964.

<sup>6</sup> CAPITANELLI, R. G., *Notas y comentarios bibliográficos*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. XI, Nº 44, Mendoza, Instituto de Geografía, 1964, p. 151-154.

Tres partes fundamentales constituyen esta obra. En la primera hemos abordado los aspectos dinámicos relativos a la circulación atmosférica (masas de aire, frentes, etc.) y tipos de estados de tiempo. En la segunda hemos analizado las condiciones atmosféricas generales y locales propias de la región de la montaña y las planicies. Los grandes problemas que estas condiciones plantean a la actividad humana (irregularidad de las precipitaciones, granizo, heladas y viento Zonda) los hemos considerado en forma especial. Finalmente hemos establecido y descrito las unidades climáticas (zonal, regionales y locales), las respuestas del hombre a los climas y los paisajes con relación a los mismos. °

---

° El autor considera deber esencial expresar su agradecimiento a todos aquellos que de un modo u otro contribuyeron a que este trabajo llegara a feliz término, especialmente a su esposa, que lo alentó y colaboró permanentemente.

## INTRODUCCIÓN A LA CLIMATOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

### CAP. I. — MENDOZA EN EL CUADRO DE LA CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA GENERAL

Situada entre los paralelos 32° y 37° S y los meridianos 66° y 70°25' W, Mendoza se encuentra a más de 1.000 km del océano Atlántico y a solo 170 del Pacífico (Fig. 1).

Esta situación, más las distancias a los océanos sobre los cuales están localizados grandes centros de acción y los factores geográficos a gran escala, constituyen el principio de explicación de los rasgos climáticos fundamentales.

A los fines de una mejor sistematización de los mecanismos del clima, se distinguirán los procesos a gran escala, que obedecen a los centros de acción permanentes y semipermanentes y las correspondientes masas de aire, por un lado, y los procesos de menor magnitud espacial y frecuencia, tales como los originados por las células móviles y frentes, por otro.

---

\* La eliminación del capítulo primero relativo a *Notas sobre la circulación atmosférica general, indispensables para la comprensión y clasificación de los climas mendocinos*, puede llevar a dificultades de interpretación. En este caso, se recomienda leer: CAPITANELLI, R. G., *Les bases d'une classification génétique des climats de l'Argentine*, en "Mélanges de Géographie Physique, Humaine, Economique et Appliquée offert à M. Omer Tulippe", Vol. I, Belgique, 1967, p. 200-233; y WOLCKEN, K., *Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en la Argentina*, en "Meteoros", Año IV, N° 4, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1954, p. 327-366.

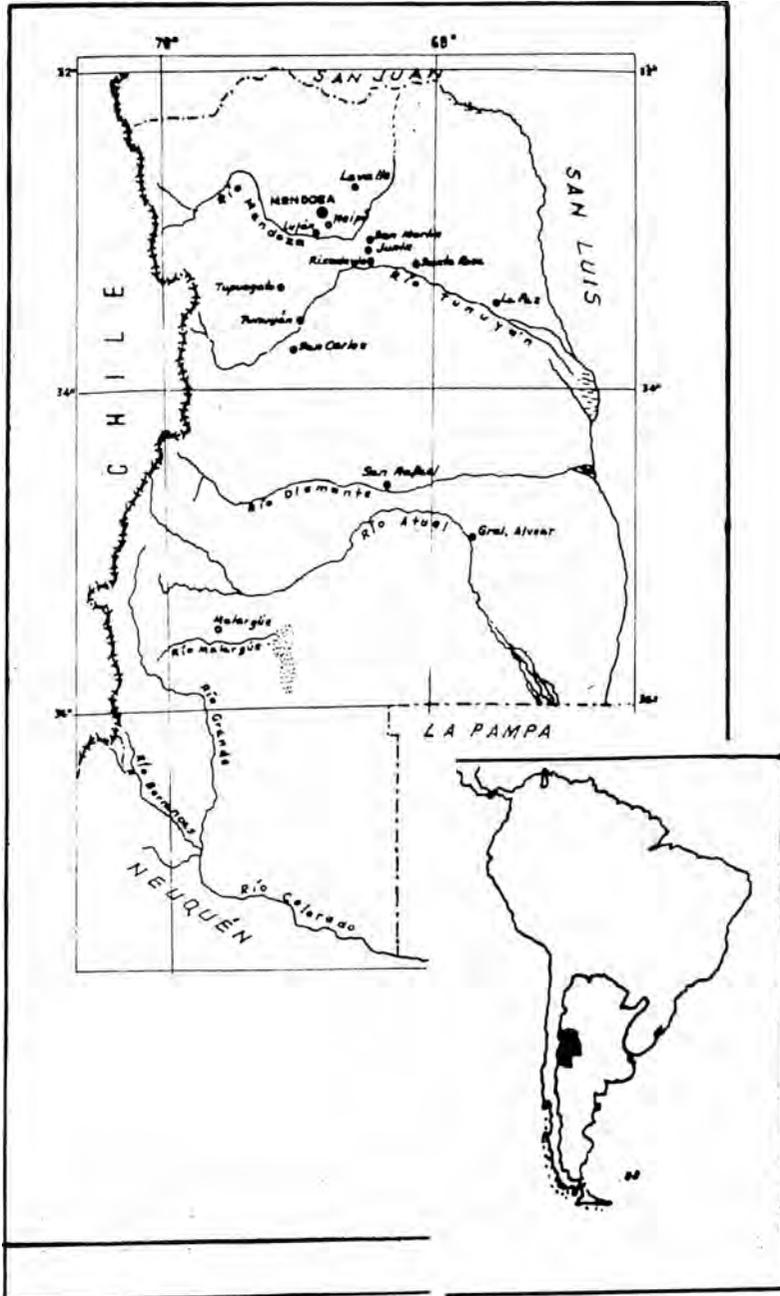


FIG. 1 — Situación de la provincia de Mendoza.

### *Influencia del anticiclón subtropical semipermanente del Atlántico*

La posición media anual del centro del anticiclón subtropical semipermanente del Atlántico, se encuentra a 1.700 km de Mendoza y hacia el ESE; algo más cerca y al S en verano (1.350 km) y más lejos y al N en invierno (2.000 km) (Fig. 2 a 4). No obstante esas enormes distancias, la masa de aire subtropical, cálida y húmeda que dicho centro derrama sobre gran parte del país alcanza hasta la cordillera mendocina. Es, por otra parte, no obstante la transformación sufrida en su largo recorrido, prácticamente la única fuente de aprovisionamiento de agua precipitable en la provincia de Mendoza.

La penetración y alcance de la masa hacia el oeste depende de la época del año y fluctúa conforme con la situación del anticiclón según la marcha aparente del Sol.

Es evidente que durante el verano la masa tiene un mayor alcance que en invierno. Ello se debe al alejamiento hacia el N, durante la estación fría, del anticiclón atlántico y al establecimiento del puente de altas presiones que eleva la participación del sistema del sur en detrimento de el del N (Fig. 4). En cambio, en verano, el desplazamiento del anticiclón hacia el S, la desaparición del puente de altas presiones y la aproximación a Mendoza de la depresión del NW, favorecen la expansión de la masa de aire subtropical (Fig. 3).

Las traslaciones, a lo largo del año, de la isoyeta de 60 mm (Fig. 5) confirman el alcance de la masa de aire, su ritmo y la distribución de las precipitaciones en las planicies mendocinas. Éstas decrecen de E a W, con un aumento de tipo orográfico en el borde oriental de la montaña, especialmente de la precordillera (Fig. 122); pero éste es un efecto puramente orográfico y a partir de los 1.200 m, en la misma masa de aire, como ocurre, en mayor escala, en Córdoba y Tucumán.

Con el mismo ejemplo (Fig. 5), se explica por qué las máximas precipitaciones se producen en Mendoza en el trimestre diciembre, enero y febrero; aunque el crecimiento de las lluvias se registra a partir de setiembre y su decrecimiento evidente a partir de marzo o abril. Es probable que las máximas secundarias de octubre guarden relación con las frecuentes situaciones anticiclónicas sobre la Patagonia en el mismo mes, las cuales ocasionan vientos del sector E transportadores de masas de aire húmedo desde

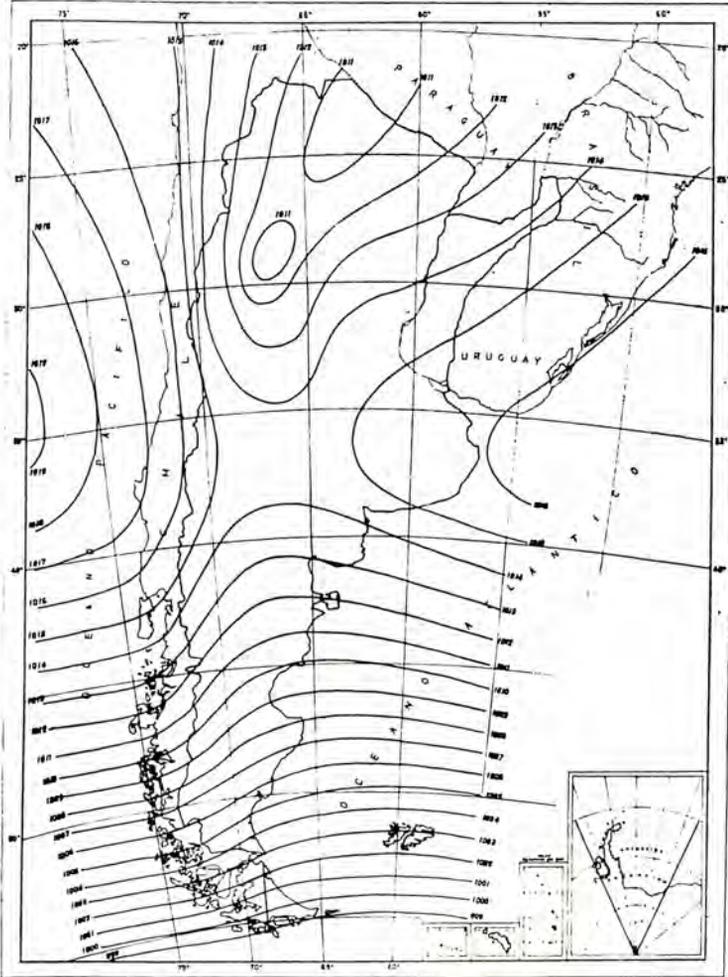


FIG. 2 — Presión media anual, según el Atlas Climático de la República Argentina, del Servicio Meteorológico Nacional, 1960.

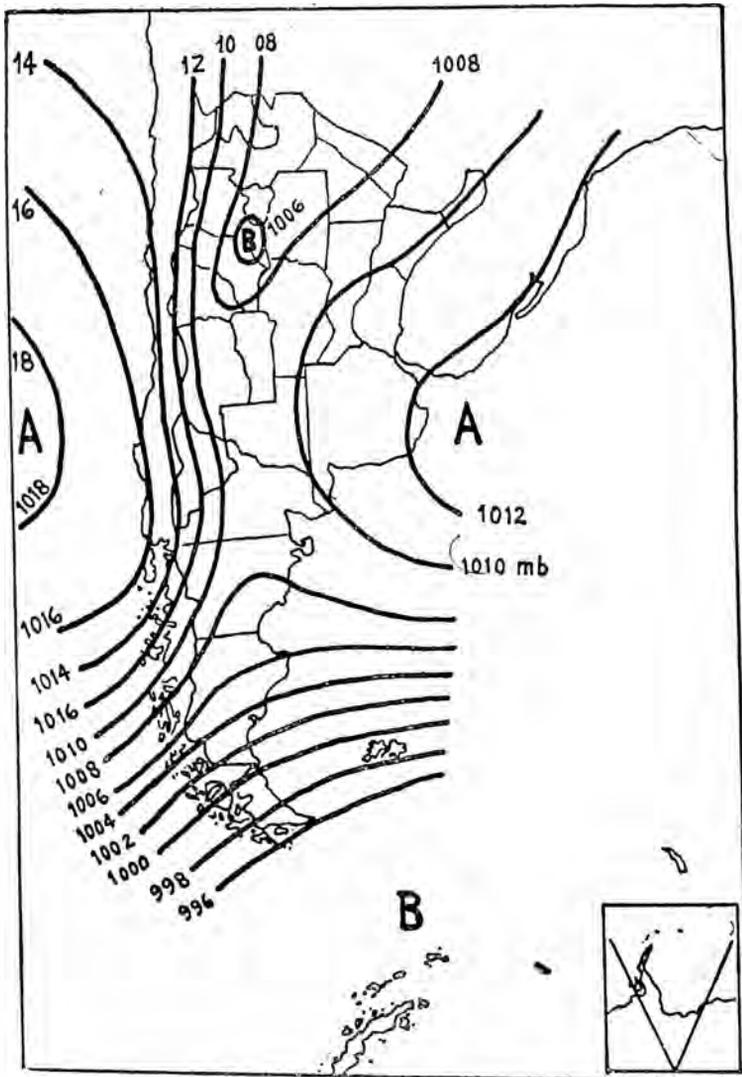


FIG. 3 — Presión atmosférica media, al nivel del mar (1901-50), en enero, según K. Wolken.

el Atlántico y que acentúan la actividad pluvial. El predominio, durante el mes citado, de los vientos del E y SE en Mendoza parece confirmar la opinión.

En suma, es la masa de aire subtropical del Atlántico la que aporta casi la totalidad del agua precipitable en la planicie mendocina y en la falda oriental de la montaña. Claro está que su aporte es muy reducido dado que, por la gran distancia del centro de aprovisionamiento, llega agotada. Solo en contadas ocasiones, a causa de empujes muy intensos o de profundos avances del anticiclón, la masa de aire llega muy húmeda y cálida. Estos empujes son breves y cuando se prolongan, especialmente en verano, época de máxima actividad vegetativa, crean serios problemas a la agricultura mendocina.

De todas maneras, como ya se ha señalado, la línea límite del área en la cual el anticiclón deja de ser factor dominante en el desencadenamiento de las precipitaciones estivales, para ser sustituido por la acción de la depresión del NW, está muy lejos al E de Mendoza. (Fig. 6)

La penetración profunda e intensa de la masa subtropical es la responsable de los días de calor húmedo, tan extraños al seco verano mendocino; pero no supone necesariamente precipitaciones.

Walter Georgii, pasando un poco por alto la gran distancia a que se encuentra la fuente de agua, ha señalado a las sierras de San Luis y Córdoba como las responsables del bajo contenido de humedad con que dicha masa de aire llega a Mendoza. Es muy lógico pensar que es exagerado decir, como Georgii: "...no solo los Andes constituyen para Mendoza una línea divisoria del clima, sino también las sierras de Córdoba y San Luis situadas a unos 300 km al E, disminuyen la llegada de aire oceánico atlántico. La amplia llanura entre ambas cadenas de montañas es una zona si no desértica con precipitaciones tan reducidas como las de Mendoza misma. Fuera del efecto protector de la muralla andina, influye también en las condiciones de esta zona, el hecho de que las sierras de Córdoba y San Luis limitan hacia el E los frentes fríos que avanzan sobre la Pampa de S-N. Este aire frío, que se desplaza junto al suelo, no sobrepasa las mencionadas sierras, razón por la cual se desconocen en Mendoza los típicos fenómenos de los frentes fríos." y agrega más adelante, "...lo mismo ocurre con el aire

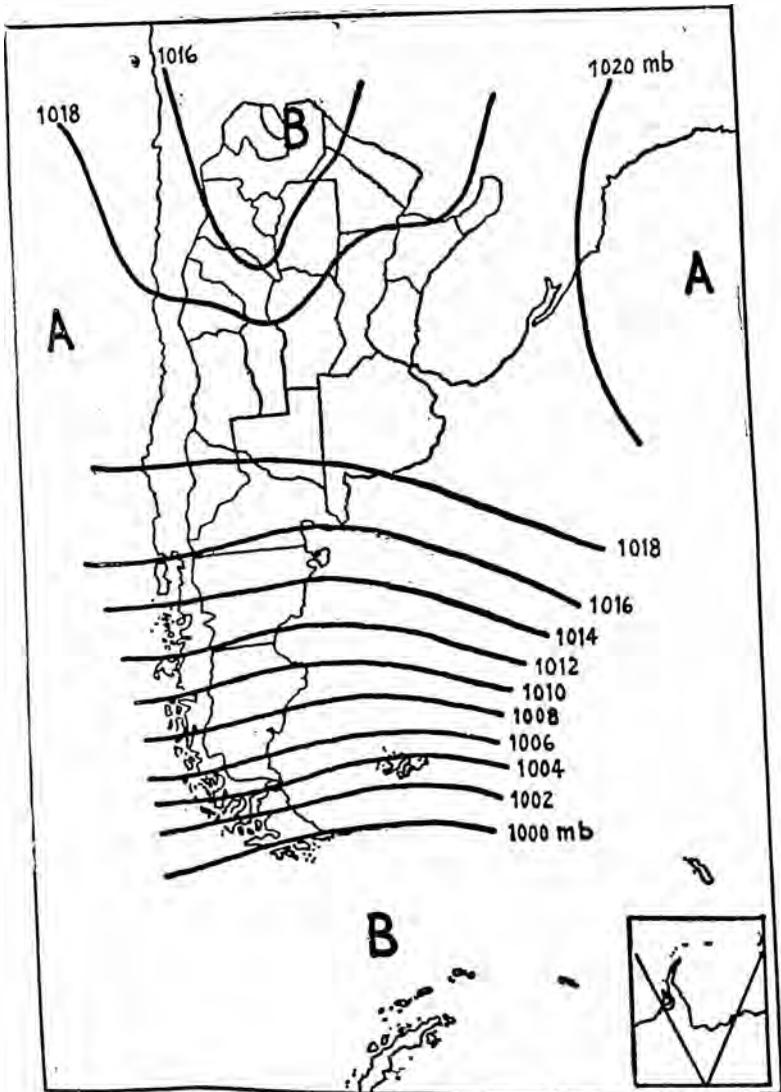


FIG. 4 — Presión atmosférica media, al nivel del mar (1901-50), en julio, según K. Wolcken.

frío del suelo que llega desde el S o SE al ser frenado o detenido por las sierras de Córdoba y San Luis".<sup>7</sup>

Una simple mirada al mapa de Argentina, revela que, por su posición, las sierras de San Luis y Córdoba, no pueden impedir la entrada del aire del S o SE a Mendoza. Además, las estadísticas de vientos demuestran que ésta es la dirección predominante en la provincia. En cuanto a los frentes fríos, cabe consignar que, en la media anual, un 23 % de las precipitaciones proceden de los frentes fríos comunes, más un 7 % de éstos con los efectos orográficos; en total el 30 %. Si se considera que un 35 % corresponde a los frentes fríos de altura, prácticamente no quedan precipitaciones para repartir con los nueve procesos restantes que producen lluvias en Argentina. Con mucha más razón ocurre ello en el verano que en el invierno. (Tabla 1 y 2)

#### *Influencia de la depresión del NW*

La depresión del NW tiene gran importancia en el clima mendocino. En primer lugar, repitiendo lo dicho, sustituye al anticiclón atlántico como factor decisivo en el desencadenamiento de las precipitaciones estivales. Aun aceptando con Prohaska<sup>8</sup> que los caracteres que este anticiclón impone al tiempo al N de los 30° son distintos a los del S de esa latitud, es necesario reconocer, con Schwerdtfeger<sup>9</sup> que también tienen una acción decisiva hasta los 35° S y que "la depresión térmica se impone como factor decisivo en el régimen climático de los meses de verano en el W... de la Argentina incluso en San Juan y Mendoza".

Las diferencias señaladas por Prohaska entre las zonas situadas al N y al S de los 30° de latitud, son evidentes. En las primeras el invierno es absolutamente seco y la marcha de la nubosidad es paralela a la depresión. Al S, en cambio, no solo en el invierno llueve un poco, sino también hay un aumento de la nubo-

<sup>7</sup> GEORGI, W., *Contribución a la aerología argentina*, en "Anales del Departamento de Investigaciones Científicas", t. I, Cuaderno N° 1, Mendoza, 1952, p. 1-70.

<sup>8</sup> PROHASKA, F. J., *Regímenes estacionales de precipitación de Sudamérica y mares vecinos (desde 15° S hasta Antártida)*, en "Meteoros", Año II, N° 1-2, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1952, p. 66-100.

<sup>9</sup> SCHWERDTFEGER, W., *Análisis sinóptico y aspecto climatológico de dos distintos tipos de depresiones bálticas en el norte de Argentina*, en "Meteoros", Año IV, N° 4, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1954, p. 301-323.

TABLA Nº 1

	Frente frío común			Frente frío común con efecto orográfico			Frío			Caliente			Frío de altura			Frente de inestabilidad			Suma			Pseudo frente de lluvia			Convección			Convergencia Orográficas			Turbulencia convectiva			Suma		Promedio anual/ en todos los casos					
	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	%	mm	días	mm	días			
Mendoza	23	47	135	7	15	55	30	62	19	1	3	25	35	70	145	-	-	-	57	135	36	4	8	05	2	5	315	12	24	15	15	30	165	0	0	15	33	67	235	202	59,5
Tucumán	33	560	32	21	227	15	54	587	47	11	124	115	4	42	5	1	14	1	70	767	645	10	106	4	6	66	16	-	-	-	14	158	21	0	0	05	30	330	415	1097	106,5
Córdoba	23	189	235	9	70	10	32	250	335	26	200	165	7	53	65	6	44	15	70	547	58	13	100	6	10	79	7	2	12	3	5	41	23	0	1	4	30	233	43	780	100,5
Corrientes	48	682	56	-	-	-	48	682	56	33	470	37	3	46	25	1	17	05	85	1215	96	5	76	05	2	26	65	7	105	6	-	-	-	0	0	4	15	207	215	1422	117,5
Buenos Aires	46	422	61	-	-	-	46	422	61	39	261	305	2	22	2	3	29	2	31	834	955	4	38	35	1	6	35	4	39	4	-	-	-	0	3	135	9	86	245	920	120
Santa Rosa	43	234	335	-	-	-	43	234	335	26	140	135	8	42	55	0	2	05	77	418	55	3	43	2	8	46	7	6	34	9	-	-	-	0	1	65	23	124	245	542	79,5

TABLA Nº 2

Verano	26	28	7	5	5	25	31	33	95	1	1	1,5	18	19	4	-	-	-	50	53	150	7	8	05	5	1,7	5	3	22	24	16	15	16	17	6	-	-	-	50	54	11	107	26
Invierno	20	19	65	10	3	30	29	95	2	2	1	54	51	105	-	-	-	-	86	82	21	-	-	0	0,5	0	05	-	-	-	14	13	105	0	0	15	14	13	12,5	95	33,5		
	-6	-9	-85	+5	+5	+95	-1	-3	0	+1	+1	+0,5	+36	+32	+6,5	-	-	-	+36	+29	+6	-7	-8	-05	-5	-5	-05	-22	-24	-15	-2	-4	+45	0	0	+15	-36	-41	+15	-12	-7,5		

sidad. La causa de estas diferencias es la posición y distancia con respecto a la depresión del NW.

La situación media del centro ciclónico del NW se encuentra más lejos en invierno (1.400 km) (Fig. 4) y más cerca en verano (600 km) (Fig. 3); es decir, que mientras el NW del país, al N de 30°, es recorrido todo el verano por la depresión y gran parte del invierno; al sud de los 30° los avances son escasos en verano y ocasionales en invierno. Incluso, cuando la depresión penetra profundamente en la provincia de Mendoza, su considerable distancia de la fuente ecuatorial aprovisionadora de agua es tan grande que a Mendoza llega prácticamente seca. Además, cuando tal penetración ocurre, aspira el aire del S que lo sustituye rápidamente con violentos cambios de tiempo. Son estos avances del S, precisamente, los que provocan las diferencias sustanciales entre la zona al N y al S de los 30°. El aire del S trae a Mendoza la nubosidad y las precipitaciones de las cuales, en invierno especialmente, las priva el aire del NW.

El área de las precipitaciones inferiores a 200 mm en el NW de Mendoza (Fig. 122), es probablemente el límite máximo del predominio del aire del NW e incluso de la alta proporción de localidades que allí y más al S tienen su máximo de lluvia en enero y no en diciembre, como corresponde al régimen dependiente del anticiclón atlántico. Más aún, cuando el porcentaje de localidades con máximo en enero disminuye hacia el S y aumenta el de las que lo tienen en diciembre. El aire más cálido y seco del N es responsable del área de bajas precipitaciones efectivas del NW de Mendoza.

#### *Influencia del anticiclón subtropical semipermanente del Pacífico*

Contrariamente al océano Atlántico, el Pacífico se encuentra muy próximo a Mendoza: solo 170 km. El anticiclón subtropical dista de Mendoza 600 km y sus efectos sobre el clima mendocino son más complicados que el de los centros anteriores, a causa de la cordillera.

Cabe señalar, sin embargo, que el papel que la montaña juega en el clima mendocino es un tanto distinto al que con cierta frecuencia se le atribuye. Conviene llamar la atención a algunos espíritus desaprensivos sobre ciertas ideas que han contribuido a fijar trabajos generales sobre el país y en los cuales el clima mendo-

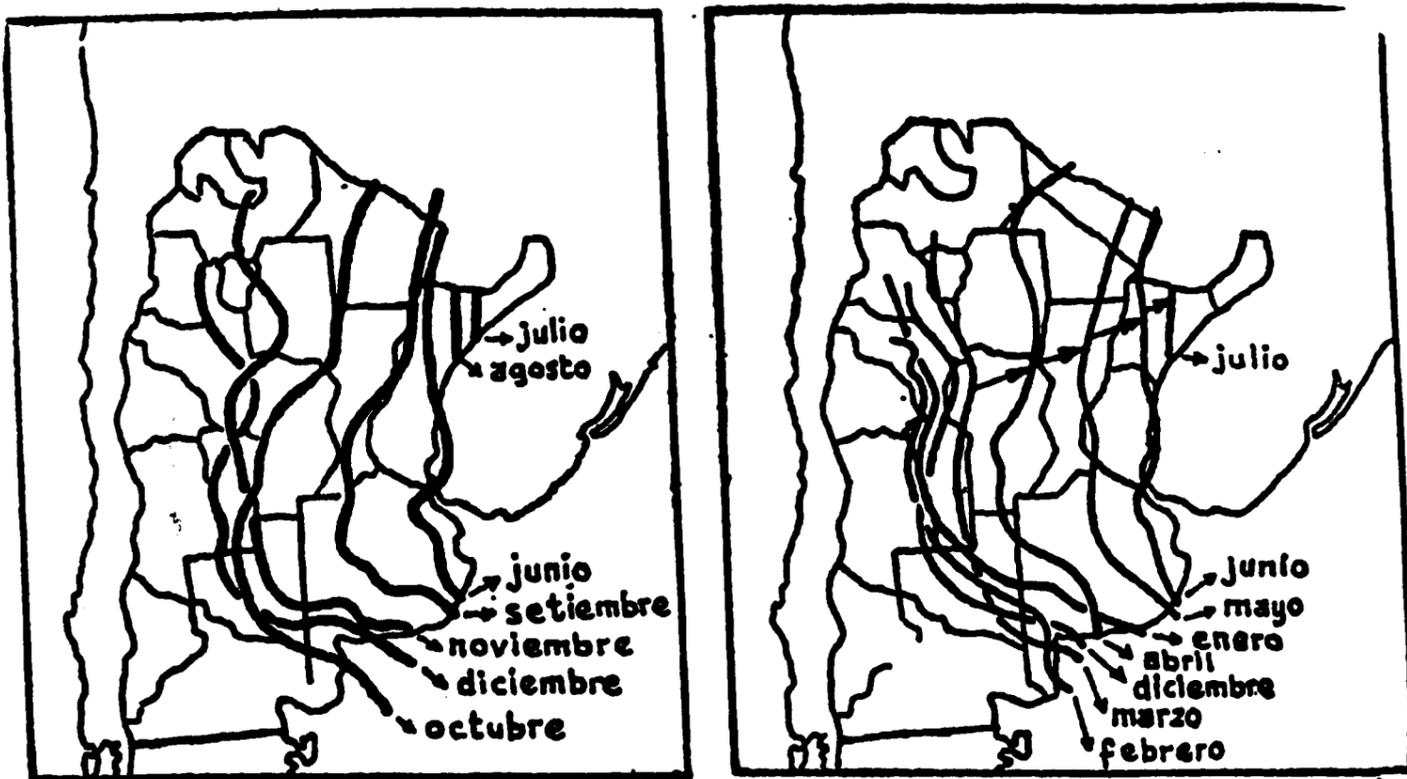


FIG. 5 — Desplazamiento anual de la isohieta de 60 mm: a) junio a diciembre, y b) diciembre a junio, según K. Wolcken.

cino es interpretado por el de la ciudad capital o ciudades principales.

En primer lugar, es necesario dejar en claro que los Andes no aislan a Mendoza de las influencias del Pacífico. El clima andino está sometido a la acción dominante del anticiclón Pacífico y los Andes constituyen la mitad, casi, de la provincia. Por otra parte, la masa de aire subtropical pacífico ingresa en las planicies argentinas, especialmente por el sud de Mendoza, y se expande en toda la parte oriental de ésta. No importa cuántas veces y con qué intensidad, pero lo hace. Finalmente, los vientos del W trasponen la cordillera hacia el E, cualquiera sea la transformación que sufran, y ponen su sello en el clima del piedemonte y de la planicie. El Zonda mendocino, por ejemplo, es aire del Pacífico que tiene su motor en el anticiclón de este océano, traspasa los Andes y se hace sentir no solo en el piedemonte sino también en la planicie. Muchos de los días templados del invierno, incluso muy lejos de la montaña, obedecen a corrientes de Zonda de altura o de superficie. Para terminar, la cordillera no constituye una línea divisoria del clima mendocino, sino que posee el clima andino de Mendoza.

La masa subtropical pacífica ingresa a Mendoza por dos vías y actúa en tres planos diferentes.

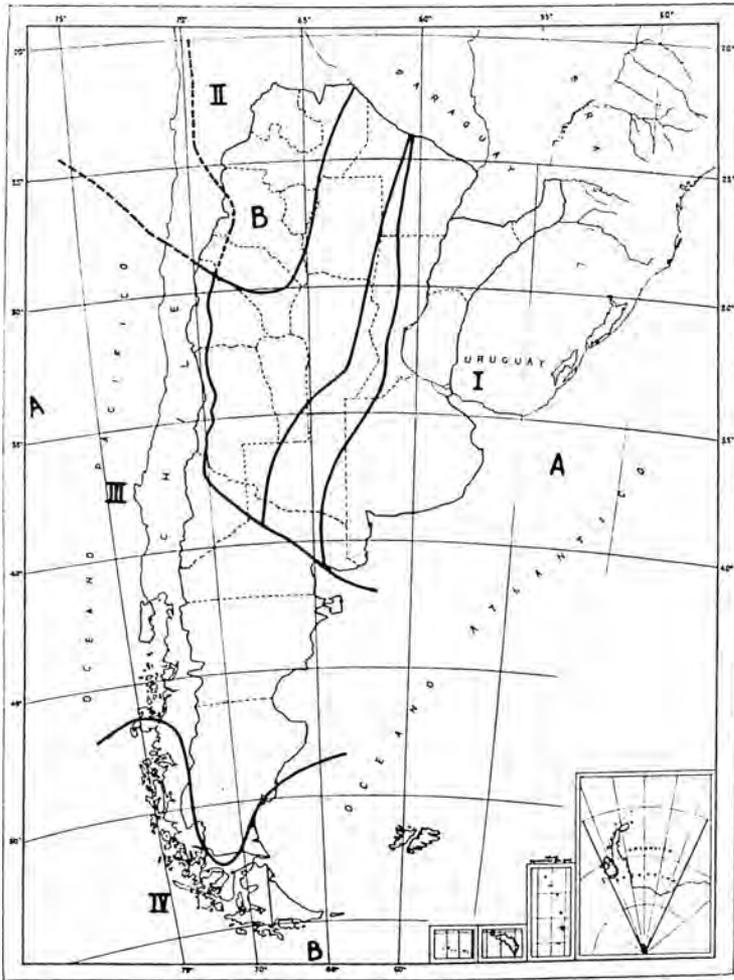


FIG. 6 - Zonas de influencia de los distintos centros de acción, sobre la base del mapa de F. Prohaska relativo a "Regímenes estacionales de precipitaciones de Sudamérica (desde 15°S hasta Antártida)", Meteoros, año II, Nº 1-2.

En primer lugar, la vía del W, por la cual baña y domina todos los Andes mendocinos. El predominio absoluto de los vientos del W en los valles transversales lo pone de manifiesto. Además, el régimen de las precipitaciones regidas por las masas del Pacífico, se extiende, por el valle del río Mendoza, hasta Polvaredas, y por el valle del Atuel hasta las Termas del Sosneao. Cabe señalar que el primer punto citado dista 50 km del valle de Uspallata y el segundo 40 del piedemonte. Todo ello a través de una montaña que en el N se eleva a casi 7.000 m y en el S a 4.000. Dentro de los límites citados, todo el régimen del tiempo está determinado por el sistema pacífico. Siguiendo los desplazamientos del anticiclón de ese acéano de N a S, las dos terceras partes del año, toda la región cordillerana se halla "bajo el régimen desecante de los alisios y se encuentra solo durante los meses de mayo a agosto en la pendiente sud del anticiclón, y por ello, también bajo la influencia de los vientos de la zona templada, razón por la cual solamente durante esta época hay precipitaciones..."<sup>10</sup> Estas disminuyen rápidamente hacia el E, junto con el agotamiento de la humedad de la masa de aire.

Por encima de los 4.000 metros, a causa de la temperatura reinante, la masa de aire está prácticamente seca y cuando inicia su descenso hacia el E, la transformación adiabática los ha convertido en vientos más secos, en típicos Zonda. La barra del foehn se observa claramente, aun teniendo por delante la precordillera, desde la planicie mendocina, y los altos cúmulos lenticulares se propagan muy lejos al oriente de las montañas, y mientras Mendoza goza de días tibios, soleados, en cambio en la montaña el viento blanco y la nieve ensombrecen el paisaje.

Durante el verano, como en la costa pacífica a la misma latitud, la sequedad invade los Andes, al mismo tiempo que llueve en la planicie que se extiende al oriente.

También por el SW el aire del Pacífico invade la planicie y muchas veces sustituye al cálido Zonda del piedemonte y si no le sigue un empuje polar difícilmente se concreta en precipitaciones. Esto explica, junto con la mayor distancia al centro de acción atlántico, la aridez del S mendocino y el régimen invernal de precipitaciones.

---

<sup>10</sup> PROHASKA, F., *Regímenes estacionales de precipitaciones...*, cit.

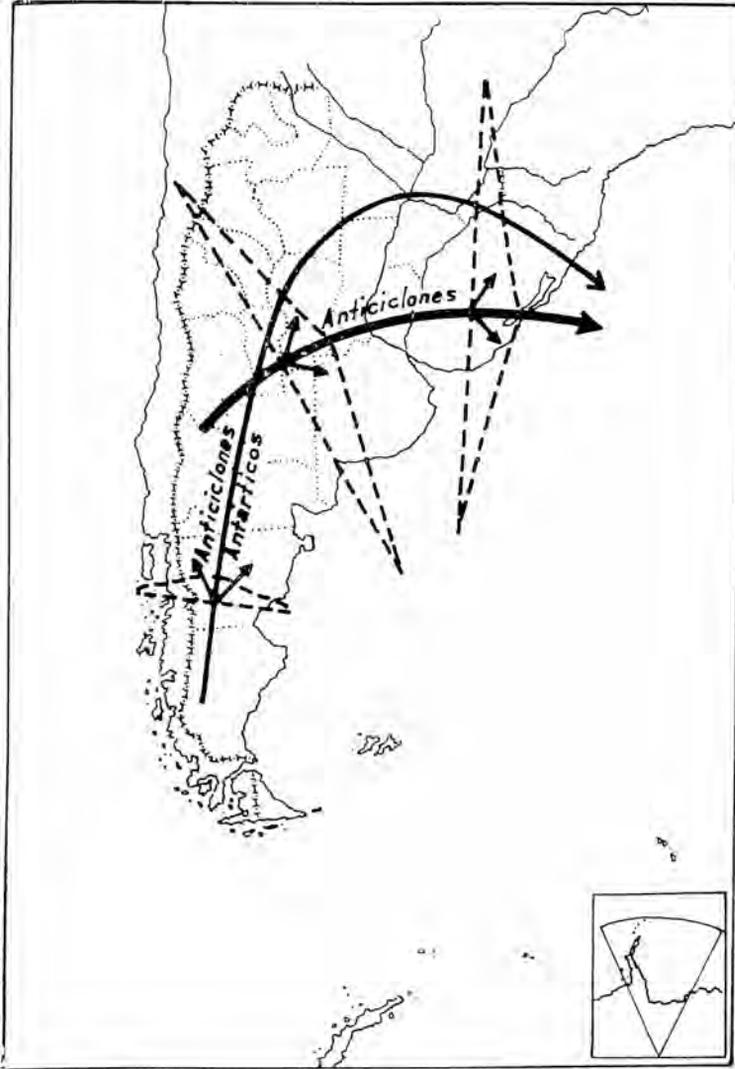


FIG. 7 — Trayectoria de los centros anticiclónicos. Invierno (junio a agosto). El ancho del área delineada con trazo interrumpido indica cuántas veces la trayectoria ha sido observada en el lugar. Las flechas cortadas indican el ángulo de dispersión de los rumbos de las trayectorias, según K. Woleken.



FIG. 8 — Trayectorias de los centros anticiclónicos. Verano (diciembre a febrero), según K. Wolcken.

### *Anticiclones, ciclones móviles, frentes y otros procesos*

Es del anticiclón del Pacífico de donde se desprenden las células anticiclónicas existentes detrás de los frentes fríos, y recorren el país con rumbo al NE hasta unirse y confundirse, a veces rápidamente, con el anticiclón del Atlántico.

En invierno ingresan al país a la latitud de 37°, evitando el mar, que en esa estación está más caliente que el continente. En verano los anticiclones se alejan hacia latitudes mayores, en consecuencia, las células móviles entran al país 1.500 km más al S, a la altura del paralelo 42°, aproximadamente, evitando el continente, que está más caliente que el mar.<sup>11</sup>

La frecuencia de anticiclones en los meses de invierno (junio, julio y agosto) (Fig. 7) es mucho mayor que en el verano (diciembre, enero y febrero) (Fig. 8). Igualmente el área de dispersión de los rumbos de las trayectorias es mayor en la estación fría que en la cálida. No se necesita, en consecuencia, de mayores explicaciones para demostrar que Mendoza tiene anticiclones más frecuentes e intensos en invierno que en verano. Tampoco requieren más explicaciones sus causas.

En cuanto a los anticiclones "antárticos que penetran al país por el sud de la Patagonia y se desplazan a lo largo de la cordillera, guiados por la gran cadena de altas montañas, llegan hasta el norte del país (Santiago del Estero) donde su trayectoria gira hacia el este y luego sudeste", y suelen ser, como dice Wolcken, "más intensos y de vida más larga que los otros, aunque mucho menos frecuentes" y contienen muy poca agua.

Las figuras 9 y 10 ponen de manifiesto de qué modo Mendoza es marginada por las depresiones térmicas, tanto en verano como en invierno. Si se trata de las depresiones y vaguadas subpolares, prácticamente quedan circunscritas a la Patagonia, desde Chubut al sud, excepto algunas de las segundas, que desde el oriente de esta provincia se dirigen al NE, rozando apenas la costa argentina. Todas ellas se mueven muy lejos de Mendoza.

La depresión del Litoral tiene un recorrido y un área de expansión mucho más próxima a Mendoza; pero, de ningún modo,

---

<sup>11</sup> WOLCKEN, K., *Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en la Argentina*, en "Meteoros", Año IV, N° 4, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1954, p. 327-366.

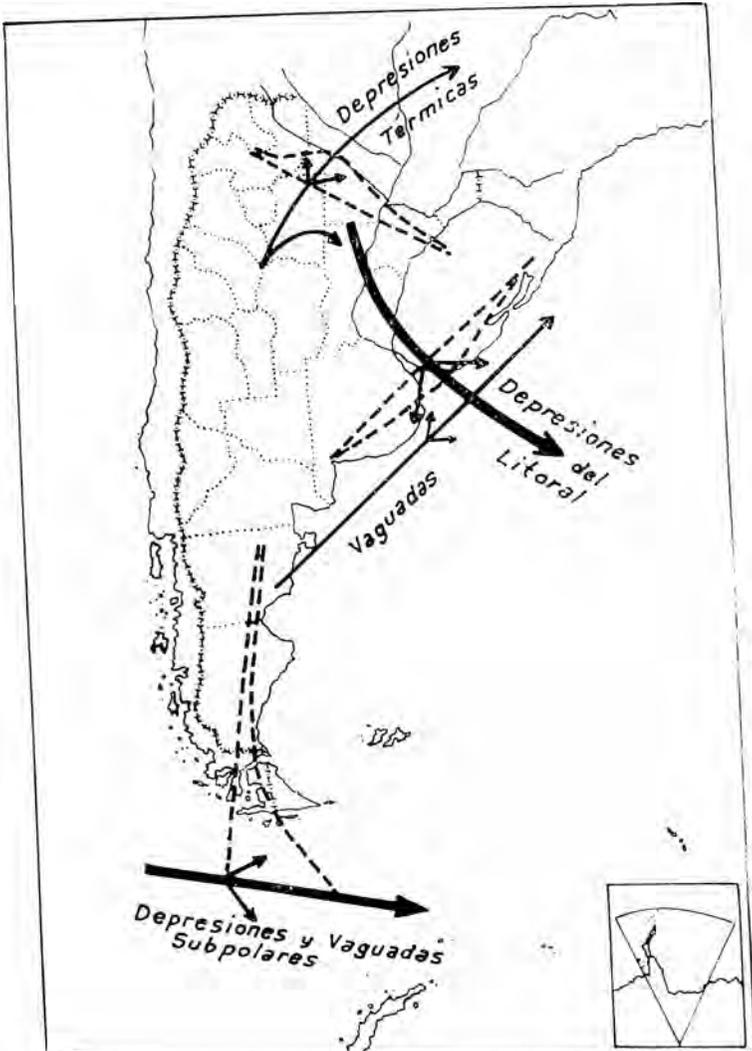


Fig. 9 — Trayectorias de los centros de las depresiones. Invierno (junio a agosto), según K. Wolcken.

de no tratarse de una situación excepcional, puede afirmarse que alcance a Mendoza de modo efectivo; ni siquiera en las épocas más favorables del verano. De todas maneras, no puede negarse su influencia. El día 1<sup>o</sup> de febrero de 1920, por ejemplo, un frente frío "elevó el aire tropical, que afluyó debido a una depresión *del litoral* centrada sobre el sudeste de Santiago del Estero" y con notable efecto orográfico produjo una lluvia de 84 mm.<sup>12</sup>

En cuanto a la depresión del NW, con bastante frecuencia ingresa en territorio mendocino y llega hasta la provincia de Neuquén.

Para terminar, siguiendo la clasificación adoptada por Wolcken para los procesos meteorológicos productores de lluvia en Argentina, se analizarán aquellos que actúan en la provincia de Mendoza, incluidos los frentes. El enfoque puede parecer parcial desde que no se consideran más que los procesos productores de precipitaciones; pero, lamentablemente, faltan elementos de juicio para realizar otra cosa. Además, bajo un clima semiárido como el de Mendoza, los procesos lluviosos comportan las variantes de tiempo más significativas. Al tratar de los tipos de tiempos mendocinos se detallarán los procesos no lluviosos.

El análisis se fundamenta en las estadísticas consignadas por Wolcken, el cual ha realizado personalmente, para evitar matices de tipo subjetivo, el estudio de más de un millar de cartas del tiempo correspondientes a los años 1941 y 1942. Si bien es cierto que el período es corto, también lo es que no existe otra información más amplia y que las conclusiones, tomadas con la debida prudencia, son suficientemente ilustrativas. El análisis, por razones obvias, contempla solo seis localidades argentinas: Buenos Aires, Corrientes, Tucumán, Córdoba, Santa Rosa y Mendoza. Lo relativo a Mendoza tiene validez para la planicie y, particularmente, para la ciudad capital. La confrontación con las demás localidades permite una mayor extensión en el espacio y una confrontación con localidades de la montaña y la llanura en latitudes y longitudes muy diversas.

Si bien los frentes de inestabilidad son prácticamente nulos y los procesos turbulentos-convectivos figuran solo con un día y medio de precipitación para el invierno e igual cantidad para el verano, con una participación en el total de las precipitaciones de

---

<sup>12</sup> Ibidem.

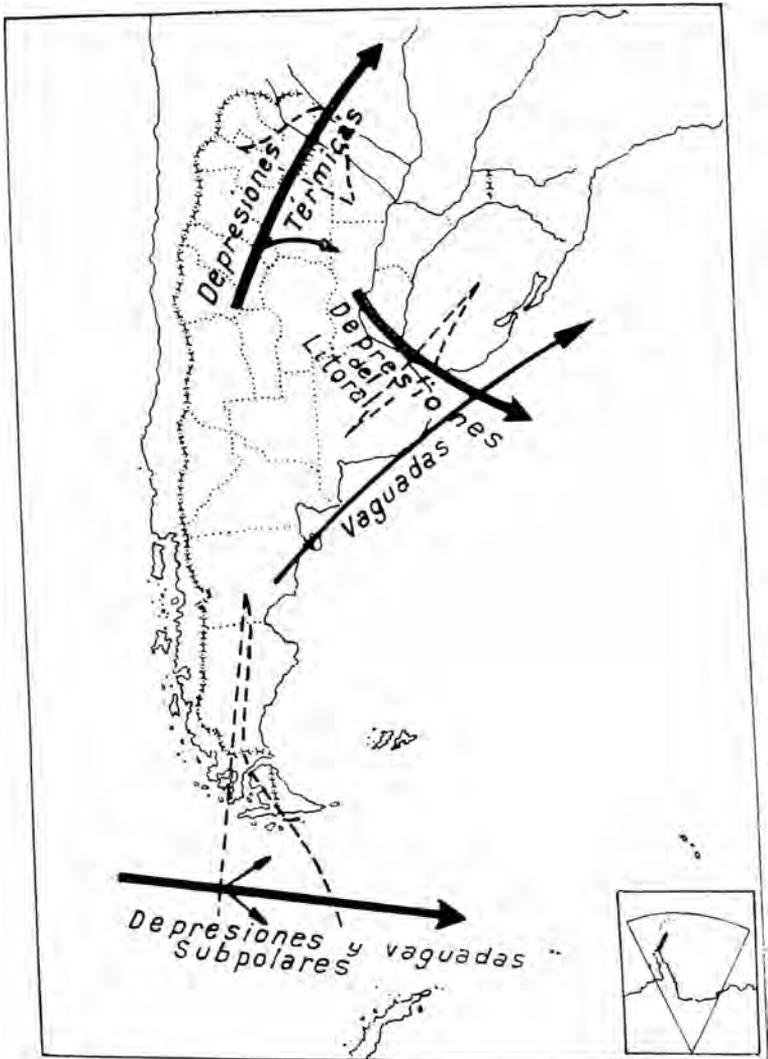


FIG. 10 - Trayectorias de los centros de las depresiones. Verano (diciembre a febrero), según K. Wolcken.

0 %, hay que hacer notar que se trata del análisis en un período de dos años. Oportunamente se verá que el porcentaje es mayor.

Es evidente que en los valores medios anuales, los frentes fríos de altura son los más frecuentes (14,5 días sobre 59,5), los cuales producen la mayor cantidad de precipitaciones (70 mm sobre 202) y el mayor porcentaje de lluvias (35 %). En este sentido supera en mucho al resto de las localidades consignadas en la Tabla N<sup>o</sup> 1.

En segundo lugar, cabe destacar la participación de los frentes fríos comunes dentro de los procesos atmosféricos medios anuales (13,5, 47 mm y 23 % sobre 59,5, 202 y 100, respectivamente), a los cuales hay que agregar los procesos de frente frío con efectos orográficos (7 %, 15 mm y 5,5 días). Cabe destacar que, si bien tanto en Mendoza como en Córdoba el proceso de frente frío común participa con el 23 % del total de las precipitaciones, en la segunda provincia citada aporta 189 mm en 23,5 días, mientras que en Mendoza las cifras son de 47 mm en 13,5. Esto supone una intensidad de precipitaciones en los procesos de frente frío común mucho mayor en Córdoba (8 mm) que en Mendoza (3,3 mm). La diferencia de intensidad revela, también, el menor alcance de la masa de aire húmeda subtropical o, mejor dicho, el menor contenido de humedad de dicha masa sobre Mendoza. La diferencia es mucho mayor y hace más evidente la causa si se la compara con Corrientes, por ejemplo.

Comparando las precipitaciones de frente frío con efecto orográfico en Mendoza con otras dos localidades que también registran lluvias de este tipo, Tucumán y Córdoba, se vuelve a poner de manifiesto la escasa disponibilidad de humedad precipitable en territorio mendocino.

Los frentes calientes son prácticamente nulos en Mendoza en los dos años considerados. Solo se registraron dos días y medio de frentes de este tipo con un aporte de 3 mm de agua, lo cual significa un aporte al volumen total de precipitaciones del 1 %.

Como en todo el país, los procesos frontales son más importantes en Mendoza (67 %, 135 mm y 36 días) que los procesos no frontales (33 %, 67 mm y 23,5 días).

Entre los procesos no frontales, los convectivos, contrariamente a lo dicho por Georgii, para quien en "Mendoza la máxima precipitación cae en verano, por lo tanto participa del régimen convec-

tivo pluvial del continente argentino”<sup>13</sup> solo registran 2,5 días por año y aportan 5 mm de agua, o sea el 2 % sobre el total.

Más importantes son las precipitaciones orográficas, que participan con el 15 %, y las de convergencia, con 12 %.

Los pseudo-frentes de lluvias son prácticamente despreciables.

La escasa cantidad de agua, juzgada por los porcentajes con que participan, ponen de manifiesto una vez más el poco contenido de humedad de la atmósfera mendocina. Esto se ve confirmado por la confrontación de las precipitaciones orográficas en Mendoza y Tucumán. Mientras en esta provincia un día de lluvia orográfica produce casi 8 mm, en Mendoza solo alcanza a 2.

Si se considera que solo los procesos frontales son capaces de producir verdaderas variaciones del tiempo, con los datos suministrados puede calcularse, término medio, un cambio cada diez días.

No carece de interés una comparación estadística de los procesos productores de precipitaciones entre el verano y el invierno mendocino; por el contrario, permite refirmar muchos de los puntos de vista hasta aquí expuestos (Tabla 2).

Durante el verano, el proceso más importante desde el punto de vista de los productores de precipitaciones, son los frentes fríos comunes (26 %, 7 días y 28 mm). Le siguen los de convergencia (22 %, 24 mm y 1,5 días); luego los frentes fríos de altura (15 %, 19 mm y 4 días); y, finalmente, las precipitaciones orográficas (14 %, 13 mm y 10,5 días). El resto de los procesos carecen de significación. No se registran frentes de inestabilidad, ni turbulencia convectiva. Juzgados por la intensidad de las precipitaciones, los procesos más importantes son los de convergencia (16 mm), los frentes fríos de altura (4,8) y los frentes fríos comunes (4 mm).

Durante el invierno, los procesos más importantes son los de frente frío de altura (54 %, 51 mm y 10,5 días); luego los frentes fríos comunes (20 %, 19 mm y 6,5 días); finalmente los frentes fríos con efecto orográfico (10 %, 10 mm y 3 días).

Cabe destacar que en invierno los procesos frontales suman el 86 %, 82 mm y 21 días y que de éstos solo el 1 %, con 2 mm en dos días corresponden a los frentes calientes. Éstos demuestran

---

<sup>13</sup> GEORGI, W., *op. cit.*

que los procesos no frontales no producen o no registran precipitaciones en invierno. De todos modos cabe señalar, siempre para el invierno, que los procesos orográficos puros son los únicos de significación fuera de los no frontales con 14 % y 13 mm en 10,5 días.

Son justamente las precipitaciones orográficas puras y las precipitaciones de frentes fríos con efecto orográfico las que justifican que en verano las precipitaciones, después de disminuir de E a W, tengan un gran aumento en la parte oriental de las montañas y que en invierno llueva más en el W que en el este.

Cabe señalar que sobre 10 valores record registrados en Mendoza (Tabla 3) en un día, el primero, de 85 mm fue producido por efecto orográfico puro, el día 30 de julio de 1911, y el tercero, de 84 mm, por un frente frío con efecto orográfico, el día 3 de enero de 1945.

TABLA N° 3. — Máximas precipitaciones registradas en un día

1º) Eor	Efecto orográfico puro	85 mm	3- 7-1911
2º) Ff	Frente frío	84 mm	1- 2-1920
3º) Eor	Efecto orográfico	59 mm	23- 1-1945
4º)		57 mm	1- 3-1897
5º) Fc	Frente caliente	53 mm	31-12-1916
6º) Econ	Convección pura	52 mm	18-12-1939
7º) Ffa	Frente frío de altura	49 mm	5- 5-1943
8º) Ever	Convergencia, proceso no frontal	49 mm	23- 1-1922
9º) Ffa	Frente frío de altura	48 mm	22- 9-1909
10º) Ffi	Frente frío de inestabilidad	48 mm	26-11-1913

Datos de W. Wolken, según trabajo citado.

En general, como puede advertirse en la Tabla N° 4, en Mendoza las máximas precipitaciones en un día pueden registrarse casi por cualquier proceso; mientras que en el resto de las localidades se hallan concentradas en los de frente frío y frente cálido, con excepción de cinco casos en total distribuidos en las cinco localidades restantes. En total, en Mendoza, exceptuando un caso no dilucidado, de los diez registrados, participan siete sobre nueve posibles. En el resto de las localidades no pasan de tres.

Cabe consignar también que, pese a que en las tablas 1 y 2 no se han registrado casos de frente frío de inestabilidad, en la Tabla 4 figura uno; pero es dudoso.

Estas discrepancias se advierten con frecuencia y ello obedece a que las series estadísticas o cartográficas utilizadas no son homogéneas.

TABLA N° 4.— Representa el número de veces que la máxima de un día ha correspondido a cada proceso (datos de Wolcken).

	<i>Ff</i>	<i>Fc</i>	<i>Ffa</i>	<i>Ffi</i>	<i>Ells</i>	<i>Econ</i>	<i>Eor</i>	<i>Ecer</i>	<i>Etu</i>	N° porc.
Mendoza .....	3	1	2	1		1		1		7
Tucumán .....	6						1			2
Córdoba .....	2	4						1		3
Santa Rosa .....		8			2					2
Buenos Aires .....	3	6		1						3
Corrientes .....	3	2								2

NOTA: *Ells* significa proceso no frontal, frente de lluvia (Pseudo) (no existe en invierno).

*Etu* significa turbulento-convectivo, proceso no frontal (solo en verano).

Las diferencias entre frentes calientes y frentes fríos son notables (Tabla N° 5).

TABLA N° 5.— Cantidad (en mm) que rinde en promedio un día con lluvia de frente frío y un día con lluvia de frente caliente, respectivamente, según Wolcken).

	VERANO		INVIERNO	
	<i>Ff</i>	<i>Fc</i>	<i>Ff</i>	<i>Fc</i>
Mendoza .....	3	0,6	3	2,5
Tucumán .....	17	12	6	5
Córdoba .....	8	16	7	5
Santa Rosa .....	9	23	3	3
Buenos Aires .....	10	13	3	3
Corrientes .....	16	16	9	11

A la variedad de procesos de precipitación es necesario agregar la irregularidad de las mismas en el tiempo. Basta señalar que, no obstante ser el invierno la estación seca de Mendoza, el record absoluto para un día de precipitación corresponde al mes de julio.

## CAP. II. — LOS TIPOS DE TIEMPO °

### *División estacional del año climático*

A fin de dar una idea de la sucesión de los estados atmosféricos que configuran el clima mendocino, se ha efectuado el análisis de un año —elegido al azar— de la Carta del Tiempo, editada por el Servicio Meteorológico Nacional. En ese año se encuentran registradas la mayoría de las situaciones posibles en Mendoza. Lo que, sin duda, ha de variar de un año a otro, es la intensidad, fechas de presentación, frecuencia, variabilidad, duración, etc., de cada una de ellas. Por otra parte, no sería posible ni geográfico, registrar cada situación singular sin perder de vista el objetivo de la Geografía, es decir, la captación de aquellos estados semejantes y duraderos capaces de crear un medio.

Además, es evidente que los mismos procesos atmosféricos, las mismas masas de aire, generan efectos diferentes según la época del año en que se presentan. De aquí la necesidad, para eliminar los peligros de un relato meramente cronológico, de tipificar períodos climáticos anuales.

Es habitual dividir al año, con criterio astronómico, en cuatro estaciones que comienzan el 21 de setiembre, diciembre, marzo y junio, correspondientes a la primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente.

En verdad, y esto es un hecho bien conocido por todos, tal división estacional, por distintas razones que se irán poniendo de manifiesto, no corresponde a la realidad climática mendocina y mucho menos a los ciclos biológicos y actividades humanas vincu-

---

° El sentido que en este trabajo se asigna al “tiempo” o “estados del tiempo”, es el mismo expuesto en los siguientes trabajos: SORRE, M., *Fundamentos biológicos de la Geografía Humana. Ensayo de una ecología del hombre*, traducción de R. Candel Vila y J. Comas de Candel, Barcelona, Ed. Juventud, 1955, p. 14; PEDELABORDE, P., *Introduction à l'étude scientifique du climat*, Paris, SEDES, 1959, y CAPITANELLI, R. G., *La Geografía Física: unidad y contenido*, en “Boletín de Estudios Geográficos”, Vol. IV, N° 36, Mendoza, Instituto de Geografía, 1962, p. 136-144.

ladas al clima. En consecuencia, se ensayará aquí una nueva división en períodos anuales, más acorde con la realidad geográfica de la provincia.

Por vía de ensayo, podría adoptarse, con más ventajas, un criterio meteoro-climatológico, fundado en el comportamiento de los elementos climáticos más característicos, tales como la temperatura y las precipitaciones, por ejemplo. Sin embargo, un somero análisis de estos elementos, que se suponen los más importantes para una región donde las actividades agrícolas rigen toda la vida económica y social, pone de manifiesto que no es la más adecuada.

Las precipitaciones, en Mendoza, tienen una significación muy especial. Su valoración depende de su naturaleza (lluvia, nieve o granizo), época, lugar, etc., como en cualquier otra parte del mundo. Pero, hay otros factores que distinguen el juicio del agricultor mendocino.

Preside su valoración la utilidad que las precipitaciones prestan a los cultivos, los cuales se realizan exclusivamente en la planicie. En ésta, el clima varía entre un árido y un semiárido, con precipitaciones de verano, totalmente insuficientes para sostener cualquier especie cultivada. Por otra parte, como en toda región árida, el régimen de precipitaciones es muy irregular. Por todo ello, el hombre de la planicie no solo se ha acostumbrado a prescindir de ellas, sino que ha creado todo un aparato técnico para superar el déficit, que oscila en los 800 mm anuales.

En consecuencia, las precipitaciones preocupan al hombre de la planicie en cuanto los grandes chaparrones, especialmente los del piedemonté, generan aluviones que destruyen sus cultivos y afectan sus viviendas. Le interesa el granizo que destruye el fruto de todos sus esfuerzos o las lluvias prolongadas y aun la humedad sostenida en cuanto facilitan la aparición de ciertas plagas que afectan a las especies cultivadas.

Las precipitaciones de alta montaña tienen otro valor. La fusión de la nieve acumulada durante el invierno, regulada naturalmente por la marcha de las temperaturas, en función de la del Sol y la naturaleza y frecuencia de las masas de aire, suministra el agua necesaria durante el período vegetativo en la zona agrícola.

Es evidente, entonces, el interés que revisten las precipitaciones de nieve en la montaña y es, sin duda, un elemento de juicio importante para la cuestión a resolver. Sin embargo la sola consideración del monto total de las precipitaciones no basta, por cuanto

en última instancia lo que interesa realmente es el volumen del escurrimiento, o sea los caudales que llegan a las acequias, que es función no solo de las precipitaciones sino también de las temperaturas, evaporación, infiltración, etc. Por otra parte, el progreso constante de las técnicas de aprovechamiento del agua de fusión y del subsuelo, como la impermeabilización de canales, riego por aspersión, tratamiento de los suelos, van mitigando en parte la tiranía de las precipitaciones nivales.

Más rebelde a las técnicas es el régimen térmico que actúa indirectamente sobre los cultivos a través de los procesos de fusión y evaporación y directamente sobre los ciclos vegetativos. Es precisamente la coincidencia de los ciclos de fusión y biológicos, lo que ha permitido el desarrollo de la agricultura. De aquí la importancia de las temperaturas como elementos delimitantes de los períodos climáticos anuales.

De acuerdo con el criterio de Papadakis, que distingue verano o estación con temperaturas medias diarias superiores a 20°; invierno, con temperaturas medias diarias inferiores a 10°, y dos estaciones intermedias cuyos valores térmicos oscilan entre los indicados anteriormente, pueden establecerse períodos anuales muy interesantes y diferencias regionales muy acusadas entre montaña y planicie, como así también de caracteres locales.

Tomando como ejemplo la parte occidental del oasis de cultivo del norte, según datos correspondientes al Observatorio Meteorológico Regional Mendoza, la planicie tendría los siguientes períodos:

Verano: del 17 de noviembre al 12 de marzo.

Otoño: del 13 de marzo al 14 de mayo.

Invierno: 15 de mayo al 22 de agosto.

Primavera: 23 de agosto al 16 de noviembre.

Tanto el otoño como la primavera tienen un corto período de heladas.

Está demás decir que, dada las diferencias latitudinales, altitudinales, morfológicas y de exposición a los rayos solares y masas de aire, la duración de las estaciones varía de un lugar a otro (Tabla 6).

Temp. media anual	Temp. del mes más cál- ido	Temp. del mes más frio	Mini- ma del mes más frio	Fecha inic. inv. térn.	Fin del inv.	Fecha inic. ver. térn.	Fin del vera- no	Fecha últ. hela- da	Prime- ra he- lada	Lati- tud	Alti- tud	
Mendoza	15.4	23.9	7.2	-4.3	15/5	22/8	17/11	12/3	6/9	12/5	33	769
San Rafael	14.8	23.3	6.6	-7.4	14/5	24/8	25/11	3/3	16/10	23/4	35	696
Plumerillo	15.7	24.5		-6.1	20/5	22/8	13/11	12/3	24/9	2/5	33	700
La Paz	16.7	25.4	7.8	-6.7	27/5	14/8	4/11	21/3	16/9	5/5	33	504
Gral. Alvear	16.4	24.4	7.7	-6.0	26/5	11/8	4/11	10/3	29/9	1/5	35	470
Cacheuta	13.6	21.9	6.3	-5.4	6/5	19/9	11/12	20/2	23/9	13/5	33	1.237
Villavicencio	11.2	18.3	5.6	-6.8	24/4	16/10	No	No	6/11	18/4	33	1.853
San Carlos	13.4	21.9	4.8	-10.4	6/5	10/9	19/12	12/2	1/11	23/3	34	941
Malargüe	12.1	21.5	3.6	-13.5	25/4	29/9	25/12	11/2	17/11	26/3	35	1.418
Uspallata	13.2	20.3	6.0	-11.2	14/5	20/9	25/12	18/1	3/11	28/3	33	1.753
Cristo Redentor	-1.5	4.5	-6.6	-19.0	S	S	No	No	S	S	33	3.832
P. del Inca	7.4	14.8	-0.1	-75.5	1/4	15/11	No	No	27/12	17/2	33	2.724

Según datos de Papadakis, J., Mapa Ecológico de la República Argentina, ob. cit.

Aplicando los mismos parámetros térmicos en la montaña, a partir de una altitud aproximada de 2.000 m, se advierte la falta de verano. El límite inferior de desaparición de esta estación varía con las mismas condiciones indicadas para otros tipos de cambios en la planicie: latitud, altitud, morfología, etc.

Dentro de un mismo piso climático, cuyos límites exactos es imposible fijar con los datos disponibles, la división estacional puede variar mucho en cuanto a la duración, como ocurre entre Puente del Inca (Fig. 13), en plena cordillera y a 2.722 m s/nm y Villavicencio (Fig. 12), en el frente oriental de la Precordillera, a 1.853 m.

A partir de cierta altura, no existe más estación que el invierno, como ocurre en Cristo Redentor.

La división estacional del año en función de las temperaturas, aunque se la vincule con los períodos vegetativos, es todavía parcial y no contempla la realidad geográfica en su totalidad. Más adecuado parece ser el establecimiento de una división en períodos que contemple las vinculaciones entre ritmos climáticos, y biológicos y la actividad humana capital de la provincia, considerando, entre los elementos climáticos, los más significativos para cada período, tales como el granizo y las heladas.

Dentro de la provincia, el área más favorecida por la relación de los mencionados ritmos es, sin duda, la parte occidental del oasis del norte, que se tomará como punto de referencia para la planicie. El resto, dentro de esta unidad, presenta condiciones menos favorables a causa de la extensión de los períodos de heladas (sud de la provincia) o del granizo (este de la provincia).

De manera general, (Fig. 11) puede considerarse que el período vegetativo comienza, para las principales especies cultivadas, el 30 de agosto, y que la vendimia termina el 30 de abril, con lo cual, exceptuando a algunas hortalizas, todos los productos de la tierra han quedado a resguardo de las acechanzas de los agentes climáticos.

Las heladas, término medio, comienzan el 12 de marzo y concluyen el 6 de setiembre. Las granizadas se presentan a partir de setiembre y finalizan en abril. Es decir, el granizo comienza junto con el período vegetativo y culmina con la vendimia. En suma, toda la producción agrícola más importante está amenazada por este meteoro, en primer lugar, y luego por las heladas.

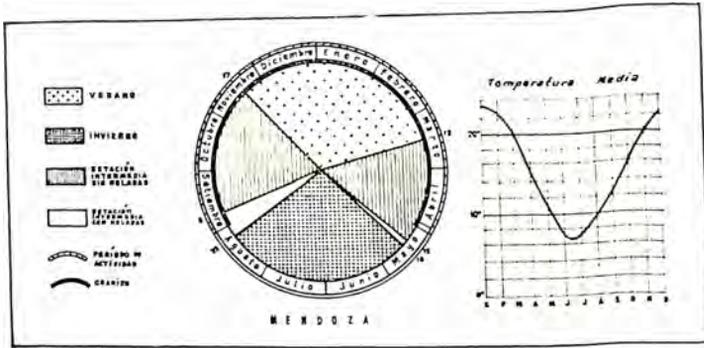


FIG. 11 — Comparación de las estaciones térmicas, períodos de heladas, granizo y actividad correspondiente a Mendoza.

De más está decir que no se habla de fechas *records*, que tienen por causa el adelanto o retraso de los fenómenos meteorológicos y de los ciclos vegetativos.

Todas estas correlaciones permiten dividir el año en dos períodos:

1º) De gran actividad (31 de agosto al 30 de abril), amenazado por el granizo y las heladas.

2º) De receso (1 de mayo al 30 de agosto) de tranquilidad para todos los mendocinos que de una u otra forma están vinculados a la fuente básica de recursos.

El primero de mayo, es, sin duda, la hora cero de la actividad agrícola mendocina. Tanto es así, que ésta es la fecha habitual de comienzo y fin de los contratos de trabajos de explotación de las propiedades. En este día el agricultor prorroga su contrato o toma a su cargo la responsabilidad de la producción en una nueva propiedad.

Vinculando siempre los ritmos climáticos con los biológicos y la actividad humana, los períodos en la montaña difieren fundamentalmente de los de la planicie. Basta recordar, por vía de ejemplo, que el mismo régimen de precipitaciones se encuentra invertido.

Dada la falta de elementos de juicio, en una unidad tan extensa y accidentada, es difícil establecer períodos anuales. En consecuencia, se describirán someramente las características de tres localidades: Villavicencio, en el frente oriental de la Precordillera, a 1.853 m; Puente del Inca, a 2.722; y Cristo Redentor, a 3.832. Estas dos en plena cordillera y las tres a la latitud de Mendoza.

En Villavicencio (Fig. 12) puede advertirse ya la desaparición del verano térmico y la existencia de una estación intermedia con dos cortos períodos de heladas. Puente del Inca (Fig. 13) presenta los mismos períodos; pero difiere de la localidad anterior en el acortamiento del período libre de heladas.

Cristo Redentor tiene una sola estación: el invierno, y registra heladas todo el año.

De todos modos, y aun a niveles muy próximos a Cristo Redentor, existe un corto período vegetativo que da lugar a cierta actividad humana: las veranadas y las invernadas. En términos muy generales, las veranadas, como en el valle del Atuel, afluencia de pastoreo a los campos vegetados de altura, comienza en noviembre y termina en abril, según se comporten los agentes climáticos. Las invernadas, en cambio, se extienden entre mayo y octubre.

Ciertas actividades persisten todo el año en valles como el del río Mendoza; bajo condiciones de verdadera penuria y al solo efecto de mantener servicios esenciales, tales como el ferrocarril, aduana, servicio meteorológico; especialmente de Polvaredas a Cristo Redentor.

Aun dentro de niveles superiores a Cristo Redentor, bajo peligro de nevadas excepcionales, como ocurre en el volcán Overo, a 4.750 m, sin más estación que el invierno, es posible distinguir épocas más favorables. En este lugar, donde se encuentra el yacimiento de azufre más importante de América, se realiza su explotación durante un corto período que va de noviembre a marzo, aproximadamente.

En conclusión, y de modo muy general, en la montaña pueden establecerse dos grandes períodos a lo largo del año: de veranadas y de invernadas, muy variables en toda la unidad regional, como lo demuestra el hecho de que muchos sectores de invernada se encuentran enclavados dentro de la misma montaña. Por otra parte, existen valles bajos y muy favorecidos morfológicamente, como el de Uspallata, entre la Cordillera y la Precordillera, a 1.753 m s/nm,

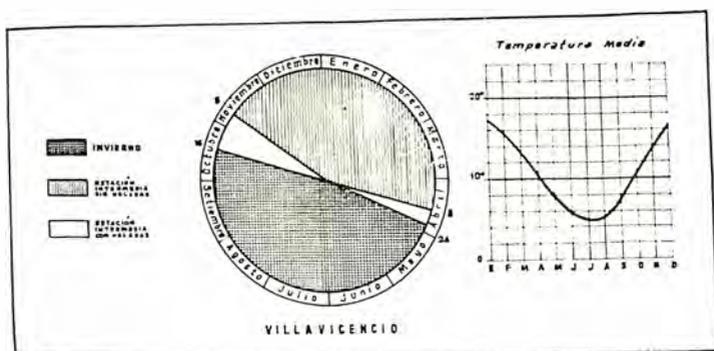


FIG. 12 — Comparación de las estaciones térmicas, períodos de heladas, granizo y actividad, correspondiente a Villavicencio.

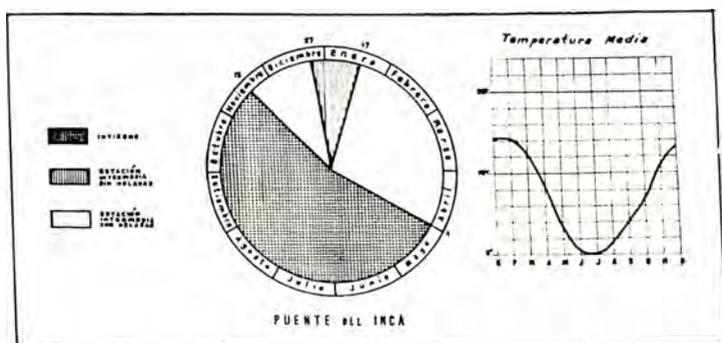


FIG. 13 — Comparación de las estaciones térmicas, períodos de heladas, granizo y actividad en Puente del Inca.

donde se encuentran las cuatro estaciones señaladas para la planicie, aunque de diferente duración.

Los períodos establecidos, con sus fechas límites y características generales, se refieren a condiciones medias. No se han tenido en cuenta los valores excepcionales. Éstos serán estudiados junto con los climas locales.

En consecuencia, entre la fecha establecida y la sucesión de los estados de tiempo que irán surgiendo del análisis de las cartas, se advertirán discrepancias. Estas diferencias no harán más que

confirmar una característica fundamental del clima mendocino: su variabilidad.

#### ÉPOCA DE MÍNIMA ACTIVIDAD

La época de mínima actividad, desde el punto de vista teórico, comienza el 1 de mayo y termina el 31 de agosto.

El período correspondiente a la estación invernal se inicia en la primera quincena de mayo y finaliza el 22 de agosto.

Durante todo este lapso el tiempo se caracteriza por estados soleados y tibios, que alternan con avances de aire frío, heladas, nieve, lluvias moderadas o lloviznas, y cálidos y secos vientos Zonda. Todos estos estados, excepto los días soleados y tibios, tienen escasa frecuencia y duración.

#### *Estados anticiclónicos tipos y curiosa situación de Zonda*

El primer estado de tiempo que consideramos (Fig. 14 a 17) comienza durante el mes de abril y se prolonga hasta el día 6 de mayo.

El día 29 de abril (Fig. 14), una alta presión de 1.031 mb se encuentra centrada sobre Santa Cruz y avanza hacia el ENE. Sobre Río Negro, avanzando lentamente en la misma dirección que el anticiclón, se encuentra una zona frontal. La situación sinóptica permite prever lluvias de variada intensidad en Cuyo, zona central del país y Buenos Aires, dentro de las próximas 24 horas. Del lado chileno, entre los 35 y 40° de latitud S, se desplaza hacia el ESE una depresión de 1.011 mb.

Se producen precipitaciones de nieve en la alta cordillera, mientras que en la planicie mendocina el cielo se encuentra cubierto de nubes bajas y la humedad es alta, y se registran las siguientes temperaturas:

	<i>Máxima</i>	<i>Mínima</i>
Mendoza .....	16,0	11,0
Alvear .....	20	11
Malargüe .....	xx	4
Cristo Redentor .....	10	-10 (nieve)

En realidad, este estado de tiempo de anticiclón del S, frío y lluvioso, data del 27 de abril y alcanza hasta el 1 de mayo. En esta última fecha, la situación en Mendoza es similar a la de la

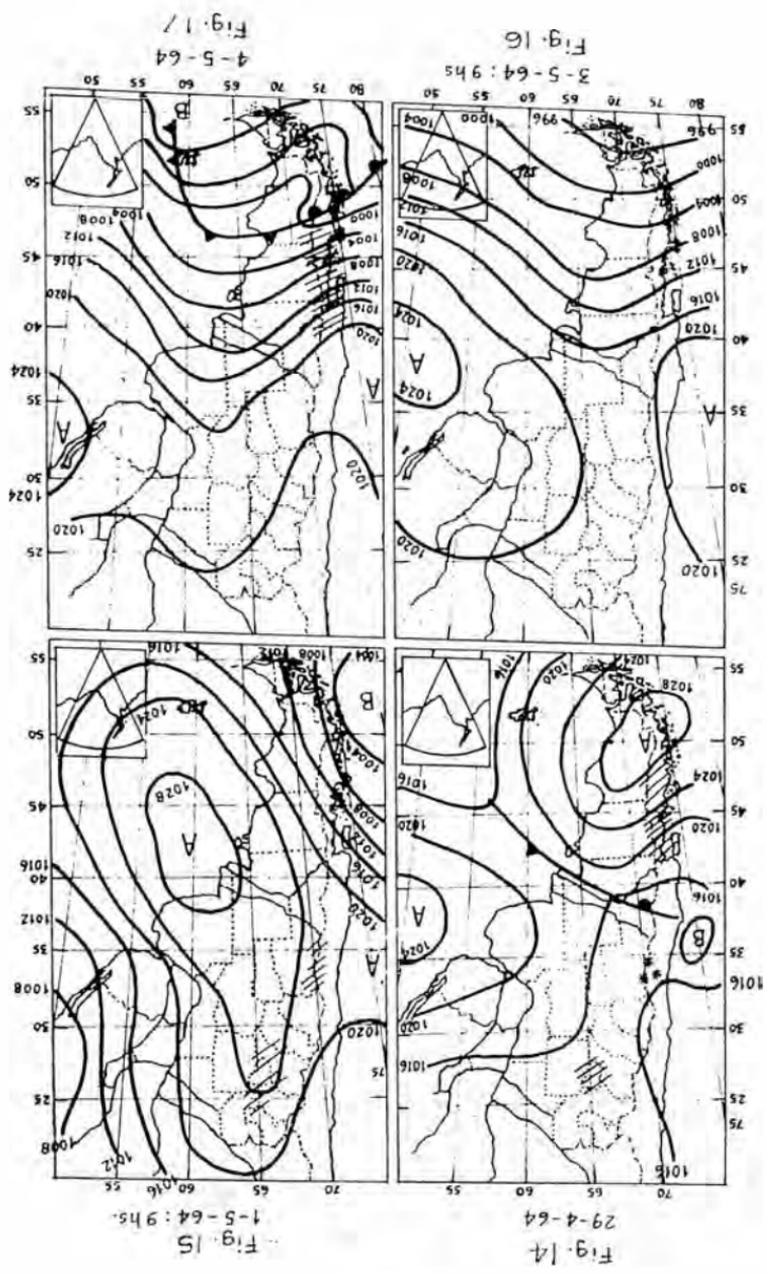


Fig. 18  
6-5-64: 9hs.

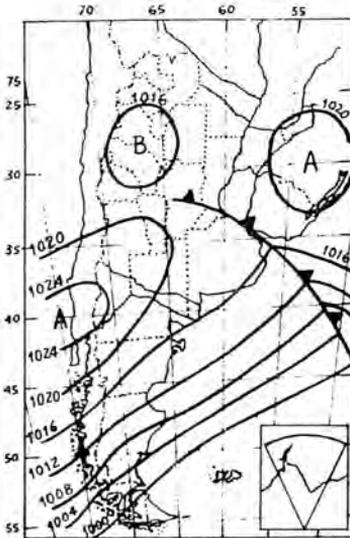
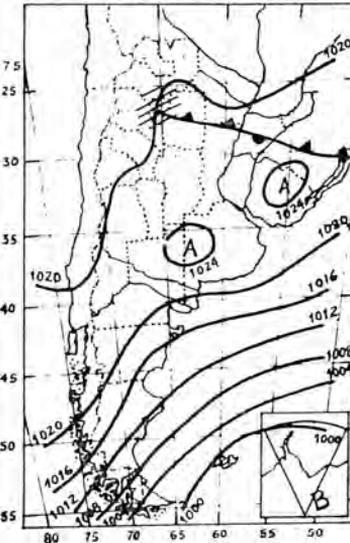
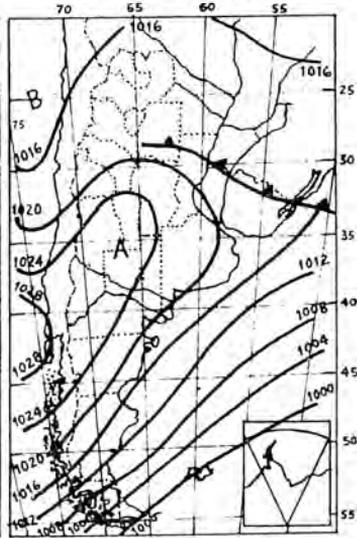
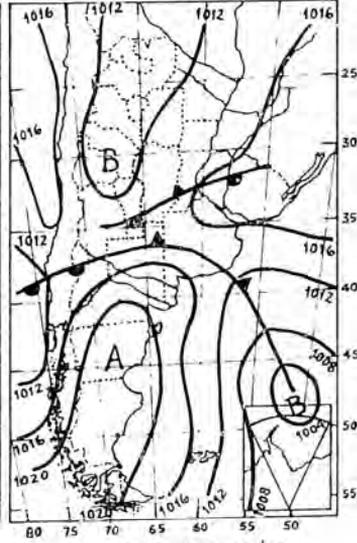


Fig. 19  
7-5-64: 9hs.



8-5-64: 9hs.  
Fig 20



9-5-64: 23hs.  
Fig 21

mayor parte del país, que está dominado por el gran anticiclón (Fig. 15). Además, las temperaturas ya son muy bajas, francamente invernales y con cielo cubierto y lluvias leves. Se registran los siguientes valores: San Martín 7°, Valle Hermoso 0°, Cristo Redentor -10°, Uspallata -3° y Puente del Inca -1°.

Luego el anticiclón, que se debilita a medida que se desplaza hacia el NE, se encuentra centrado a los 39° S y 45° W (Fig. 16). Mientras tanto, una vaguada sobre el centro de Río Negro y S de Mendoza se desplaza hacia el ENE. Finalmente se establece un puente de alta presión a través de todo el país (Fig. 17).

A esta altura del desarrollo del proceso, el anticiclón situado al NE envía un flujo de aire más cálido y húmedo que en parte llega a Mendoza. Por este motivo, las temperaturas ascienden, con lentitud, hasta el día 6.

Resumiendo, un frente seguido de un anticiclón, pasa entre el 29 y 30 por la extremidad sud del país y con rumbo NE se desplaza por el Atlántico y llega a dominar todo el territorio. El tiempo es frío y húmedo. Luego este mismo anticiclón da lugar al mejoramiento del tiempo. Todo ello ha ocurrido en el plazo de siete días.

El mismo día seis de mayo comienza un nuevo estado de tiempo, genéticamente similar al anterior, pero con efectos diferentes dado que la célula de alta presión, del mismo origen, sigue distinta ruta (Fig. 18 y 19).

El día 6 pasa un frente frío seguido de un anticiclón de unos 1.027 mb. La irrupción de aire frío se intensifica al día siguiente y se establece una especie de puente de alta presión que cubre en diagonal gran parte del país. A partir de este momento el cielo se despeja favoreciendo la radiación diurna y ascenso térmico, pero también la irradiación nocturna, con fuertes descensos de temperatura y heladas, que se generalizan a toda la provincia.

La intensidad del enfriamiento producido por la irrupción de aire frío la demuestran los siguientes datos. En el último día de buen tiempo (6) los valores térmicos alcanzaban de 21 a 23° en la planicie y a 15° en Cristo Redentor, mientras que el día 8 el cuadro térmico general era el siguiente:

	<i>Máxima</i>	<i>Mínima</i>
Mendoza .....	16	0 Helada
Alvear .....	16	0 Helada
Malargüe .....	10	-5 Helada
Cristo Redentor .....	4	-4 Helada

En cortos períodos de siete días se han registrado dos fuertes descensos térmicos a causa de estados anticiclónicos que se repiten muchas veces en el año. El primero frío y húmedo, y el segundo frío seco con heladas generales. Entre los dos estados fríos se ha registrado un lento ascenso térmico y buen tiempo.

El frente, que el día 7 se encontraba estacionado a la altura del límite entrerriano-correntino y Tucumán, mientras el anticiclón continúa dominando casi todo el país, retrocede (Fig. 21) y produce nubosidad. En Mendoza el cielo se cubre de nubes bajas, medias y altas. Al día siguiente (Fig. 21 y 22) la situación sinóptica es compleja y con mucho dinamismo se producen movimientos de los centros de acción y paso de frentes con tormentas, pero en Mendoza solo generan nublados y paulatinos ascensos de temperatura, especialmente, luego que el N de la provincia es alcanzado por un frente caliente (Fig. 23).

El día 15 (Fig. 24) se inicia un proceso que ya ha sido observado otras veces, con ligeras variantes. En esta fecha, y también el día anterior, cuando todavía el anticiclón del NE envía aire caliente y las temperaturas en la planicie mendocina alcanzan valores entre 23 y 27° y en Cristo Redentor 7°, se advierte la entrada de un frente frío desde la Patagonia, seguido de una célula anticiclónica que trae aire fresco en reemplazo del cálido y húmedo del N. El frente alcanza al S de Mendoza por la tarde del 15 y al día siguiente, a las 9 (Fig. 25) se ha alejado hacia el N, entre San Luis y Córdoba. El flujo de aire marítimo fresco alrededor del anticiclón, situado ahora sobre el Atlántico, frente al golfo de San Jorge, asciende sobre la superficie frontal y produce precipitaciones en una vasta zona, que se prolongan durante tres días a causa de la permanencia de la citada zona frontal (Fig. 26). Finalmente, el frente se desplaza hacia el NE y se instala un anticiclón centrado sobre San Luis, y el 18 se produce el mejoramiento del tiempo, con ascenso de temperatura a causa de que la rama occidental del frente frío se transforma en caliente y retrocede (Fig. 27). Esta situación de bonanza termina pronto a causa de un nuevo frente frío, seguido de alta presión, que produce heladas en Mendoza el día 22.

La situación descrita es la repetición de la producida entre el 29 de abril y el 4 de mayo, es decir, el anticiclón que llega del W y hace sentir su influencia luego de un desplazamiento por el Atlántico.

Fig. 22  
10-5-64 : 9 hs.

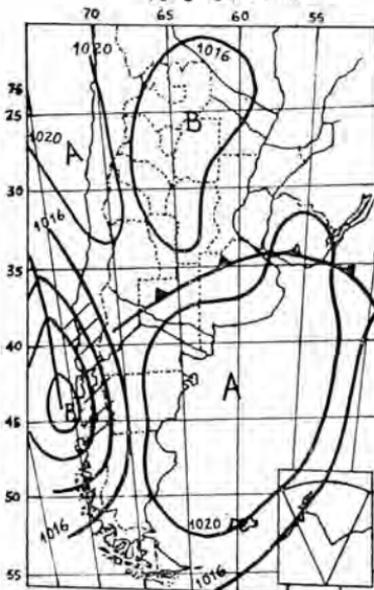
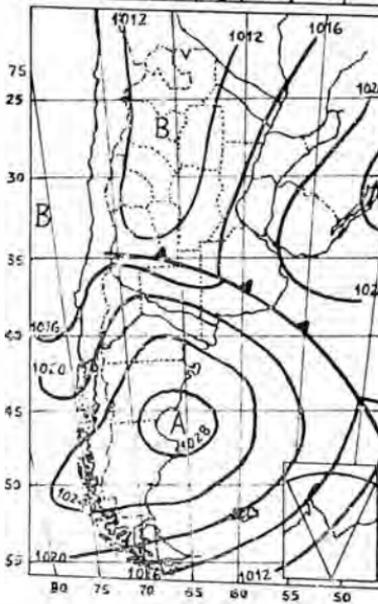
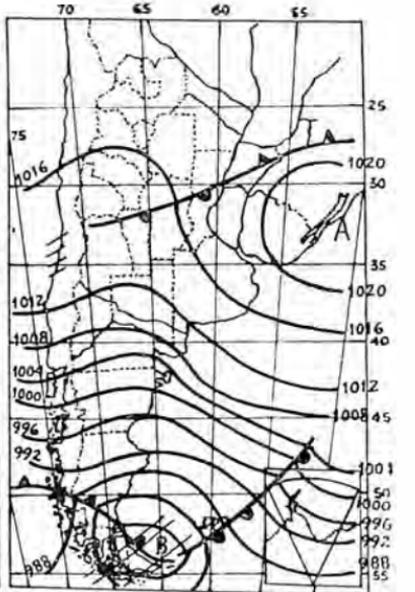
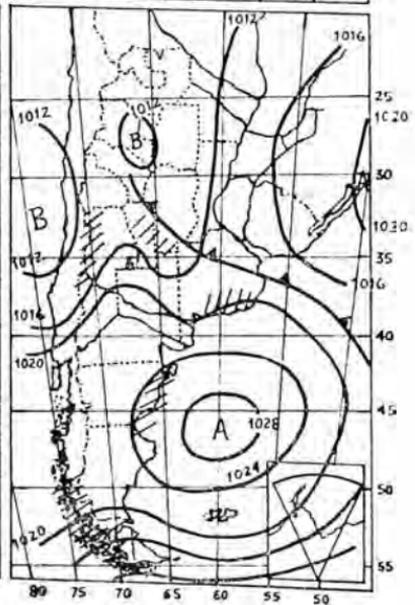


Fig. 23  
13-5-64 : 9 hs.



15-5-64 : 23 hs.  
Fig. 24



16-5-64  
Fig. 25

Fig. 26  
17-5-64: 9hs.

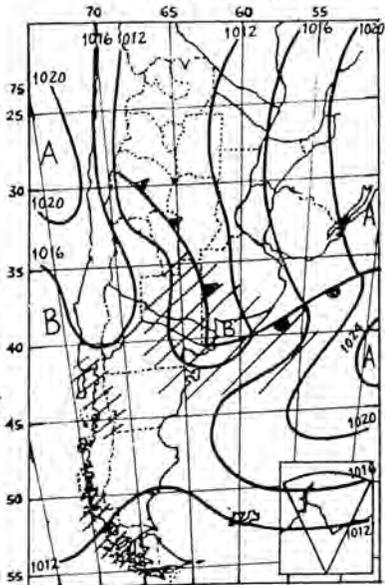
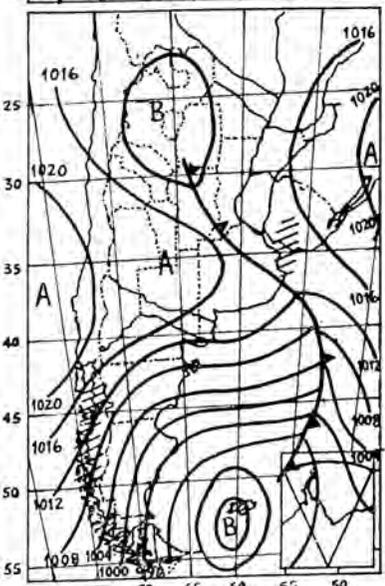
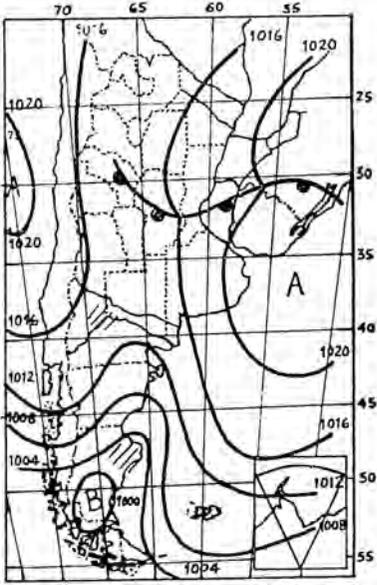
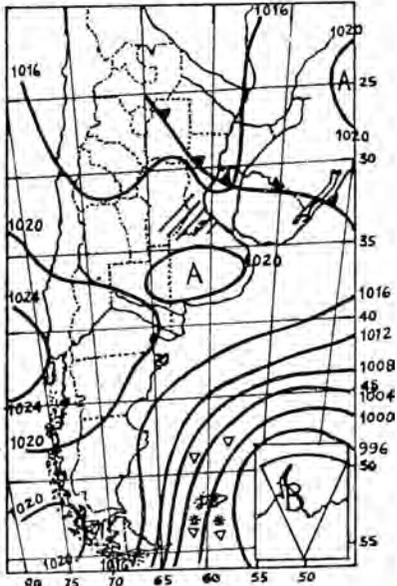


Fig. 27  
19-5-64: 9hs.



25-5-64  
Fig. 28



26-5-64  
Fig. 29

Tras este ir de aire frío para volver recalentado, y cuando las temperaturas máximas oscilan entre 22 y 25° en la planicie y las mínimas entre 10 y 4°, se produce una irrupción potente y clásica de aire frío del SW, vista en otros ejemplos. Las temperaturas descienden fuertemente y se producen heladas generales que se prolongan durante tres días, o sea del 25 al 28 de mayo (Fig. 28 y 29). Luego, con el alejamiento del anticiclón sobre el Atlántico, situado ahora a los 39° S y 49° W, el tiempo mejora y las temperaturas ascienden. Finalmente, mientras aquél, que es quien envía aire cálido hacia el SW, sigue su marcha hacia el NE, ingresa un frente frío por el S de la Patagonia que repite el descenso térmico y produce lluvia en la planicie, y nieve en la montaña, hasta el día 3 de junio. Al frente le sigue una nueva irrupción masiva de aire del SW que culmina con heladas y posterior ascenso térmico.

Resumiendo, cuando el anticiclón ingresa directamente del SW, el resultado es aire frío y seco y produce heladas. Cuando atraviesa la extremidad S de la Patagonia y hace un largo recorrido por el Atlántico o se establece a la latitud de la península de Valdez, por ejemplo, se carga de humedad y da lugar a precipitaciones, especialmente en la montaña y en el piedemonte. De más está decir que hablamos de situaciones tipos y que no excluyen la posibilidad de que ciertos caracteres, más o menos atenuados, se presenten en uno u otro de los procesos.

El día 8 de junio se presenta una situación muy singular con nieve en la alta montaña, frío seco en la mayor parte de la planicie y Zonda en el sector norte de ésta (Fig. 30).

Sobre el Pacífico, a los 30° S y 75° W, se encuentra centrado un anticiclón de 1.020 mb, mientras que sobre territorio argentino se observa una gran vaguada de 1.008 mb que llega hasta Jujuy, con la baja centrada sobre La Rioja. Además, un frente frío ha pasado ya la provincia de Mendoza y en la planicie se insinúa la irrupción clásica del SW con temperaturas que, a las 9, oscilan entre 5° en el S, con 5 de punto de rocío, y en el N se registran 8° de temperatura y 4 de punto de rocío. En la extremidad N de Mendoza y San Juan sopla viento Zonda con 24° de temperatura y 14° bajo cero de punto de rocío. En la alta montaña está nevando.

Esta singular situación termina cuando la irrupción de aire del sud se generaliza y le siguen heladas durante el día 10.

Ha concluido así un período pleno de contrastes, de estados del tiempo muy variables que se caracterizan por producir bruscos

Fig. 30  
8-6-64

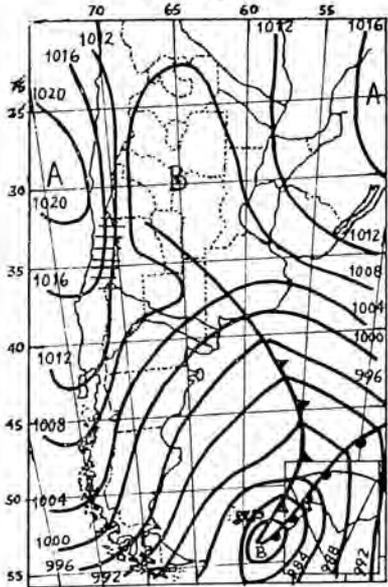
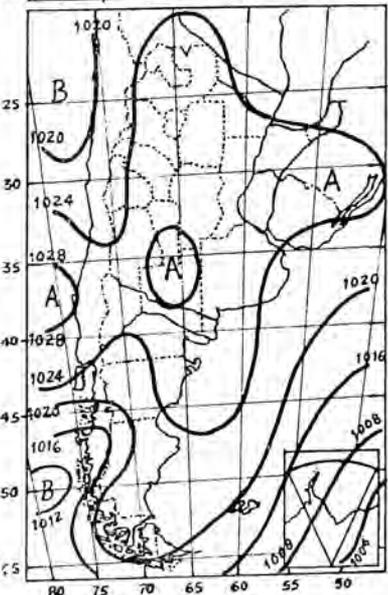
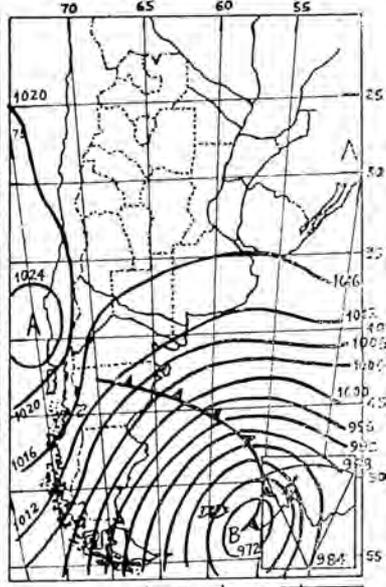
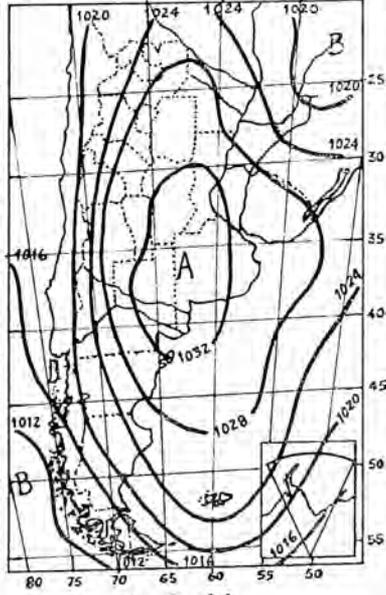


Fig. 31  
19-6-64



25-6-64  
Fig. 32



3-7-64  
Fig. 33

descensos térmicos, frío-seco y heladas, y fríos húmedos con precipitaciones y lentos ascensos de temperatura, en espacios promedios de 5 a 8 días.

*Largo periodo de heladas interrumpido por vientos Zonda, días primaverales y algunas nevadas*

La irrupción de aire frío, con producción de heladas y marcado descenso térmico con lo cual culminó el período anterior, inicia uno nuevo que dura hasta el 25 de agosto en el N y hasta setiembre en el S y cuyo rasgo principal es el registro diario de heladas. La causa fundamental de este tipo general de tiempo es el reiterado, profundo e intenso avance de células anticiclónicas del sud, cuyas situaciones más típicas están ilustradas mediante las figuras 31 a 33, y cuya descripción ha sido realizada ya en ocasiones anteriores. En adelante hasta terminar agosto, solo se analizarán especialmente los tipos de tiempo correspondientes a días lluviosos, nevadas y Zonda.

El día 5 de julio, a las 9, el anticiclón de 1.028 mb, que había estado dominando casi todo el país, se ha desplazado al ENE (Fig. 34). Una depresión se aproxima a la costa chilena a los 45° de latitud S. Persiste el frío y se registran heladas generales. A las 21 (Fig. 35) la alta sobre el Atlántico ha seguido alejándose y debilitándose; pero la depresión que entró por el SW está situada entre San Juan, San Luis y Mendoza, mientras sobre el Pacífico, a los 25° de latitud se ha situado otra alta. En la montaña se registran precipitaciones de nieve que continúan el 6 y 7.

En este último día (Fig. 36) el paso de un frente frío es seguido por una cuña de alta presión (1.007 mb) sobre el N de Neuquén y Mendoza, que se intensifica y desplaza al E. Nieva en la montaña, hasta Polvaredas, pero luego se despeja y el tiempo mejora. En la planicie, en cambio, el tiempo se torna inestable, con cielo nublado y precipitaciones casi generales y temperaturas bajas. Al día siguiente (Fig. 37), un anticiclón de 1.028 mb se ha situado sobre San Luis; el tiempo mejora, las temperaturas suben rápidamente. El nueve un puente de alta presión domina la zona y el tiempo va tomando caracteres primaverales, con cielo despejado y aire seco. Las heladas han cesado, debido a Zonda de altura.

La situación de Zonda de superficie comienza a manifestarse desde el 13 (Fig. 38) con la posición de la alta sobre el Pacífico

Fig. 34  
5-7-64 :

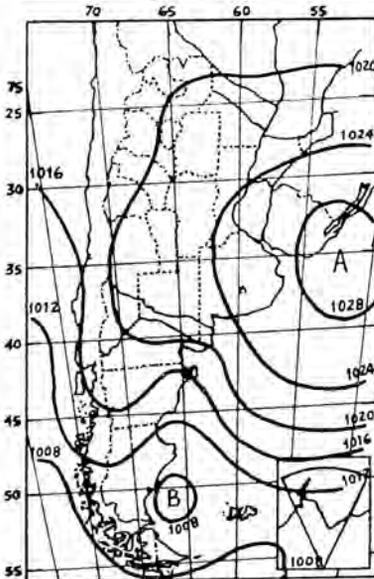
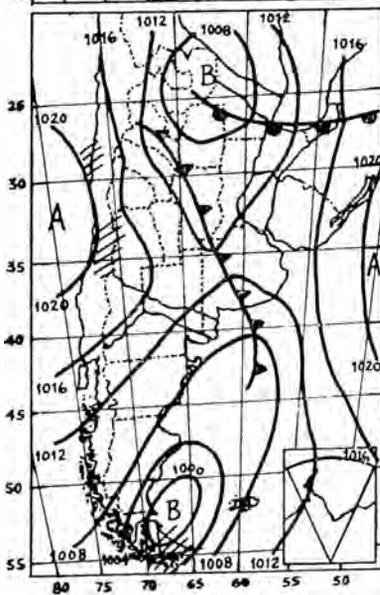
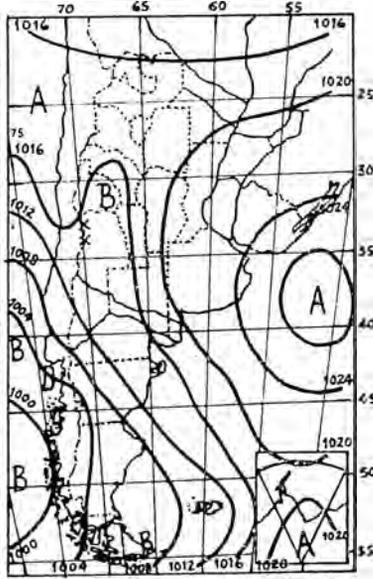
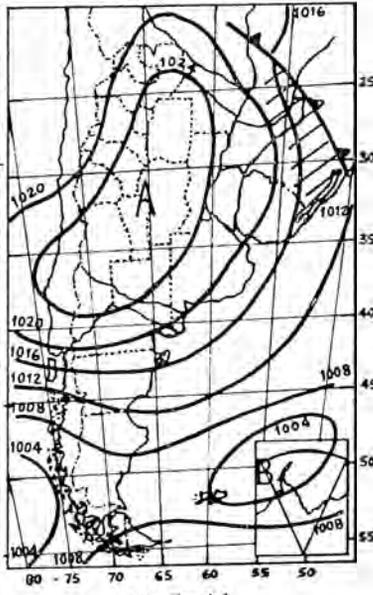


Fig. 35  
5-7-64 : 21 hs.



7-7-64  
Fig. 36



8-7-64  
Fig. 37

Fig. 38  
13-7-64: 21hs.

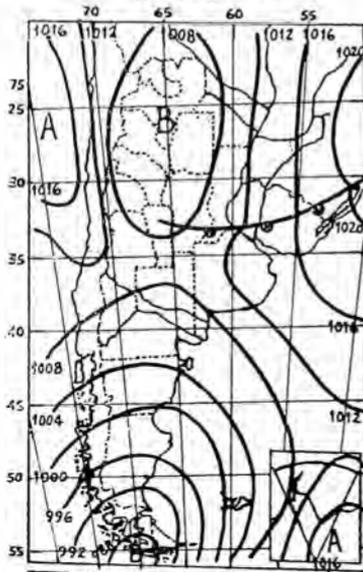
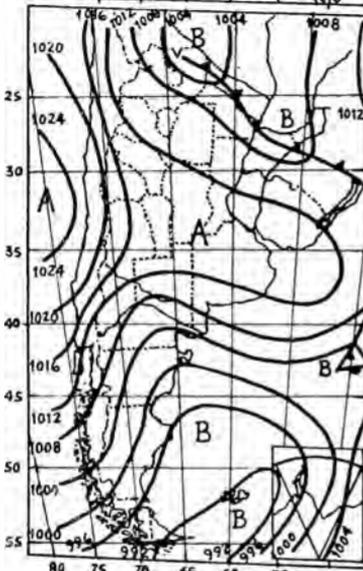
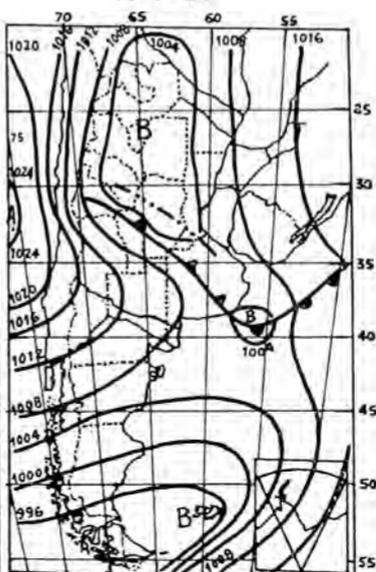
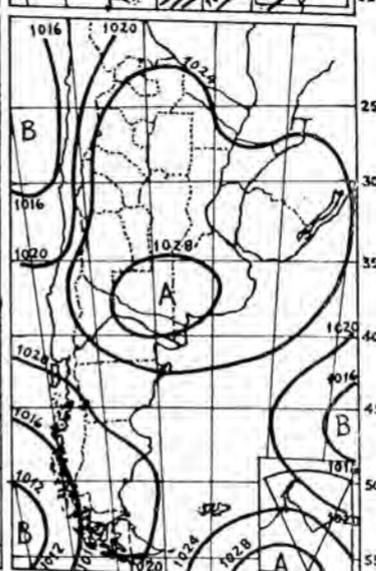


Fig. 39  
14-7-64



15-7-64: 21hs.  
Fig. 40



19-7-64  
Fig. 41

y la baja del NW en territorio argentino. La situación persiste todo el día 14. A mediodía de esta fecha irrumpe Zonda que ya la jornada anterior había emitido ráfagas. Se prolonga hasta las 18 elevando la temperatura, para la ciudad de Mendoza, a 28°; es decir, 14 grados más que el día anterior.

El Zonda cesa frente al avance de un frente de inestabilidad seguido de un frente frío; pero persiste en la extremidad occidental de éste el aire caliente (Fig. 39). El día 15 el frente frío se aleja hacia el NE y ya es evidente el avance de aire muy frío; claramente expresado en la carta del 15 a las 21 (Fig. 40). La temperatura, que con el Zonda ha alcanzado a un máximo de 28° el día 14, desciende a 1° el día 15, para la ciudad de Mendoza, con heladas en toda la provincia.

De tal modo, comienza un largo período de frío y fuertes heladas provocadas por el paso de frentes fríos y potentes anticiclones que llegan del SW (Fig. 41), y aun del Atlántico sud (Fig. 42). Incluso el día 30 de julio el paso del frente provoca precipitaciones en el NE de la provincia y el 8 de agosto en la alta montaña del NW mendocino.

Luego de la situación que puede observarse en la carta del 14 de agosto a las 21 (Fig. 43), el día 15 se produce la notable y sorpresiva entrada de una depresión a la altura de la isla Juan Fernández en el W de Chile, que se supone tiene cierta conexión con el sistema frontal que penetró días anteriores y que ahora permanece casi estacionario en el N del Litoral (Fig. 44).

Este mismo día comienza la precipitación de nieve en toda la alta cordillera. Con las situaciones de los días 16 al 18 (Fig. 45 al 47), continúan estas precipitaciones a las cuales pone fin la del 20 (Fig. 48). Vuelven a repetirse los frentes fríos y los anticiclones con heladas, alternando con nevadas en la montaña; pero con rasgos sinópticos similares a los ocurridos del 15 al 20, las precipitaciones se intensifican del 26 al 28. Todo esto ocurre cuando ya la primavera térmica ha comenzado.

La situación sinóptica del 27 a las 21 (Fig. 49) evoluciona a la del 28 a las 9 (Fig. 50) y se continúa durante el día dando lugar a prolongado viento Zonda. Las primeras ráfagas se inician al promediar la mañana y se van intensificando hasta las 16, en que se anota una velocidad máxima de 76 km/h.

El 29, una irrupción de aire frío y el establecimiento de un anticiclón sobre San Luis da fin al Zonda y produce un fuerte des-

Fig. 42  
22-7-64

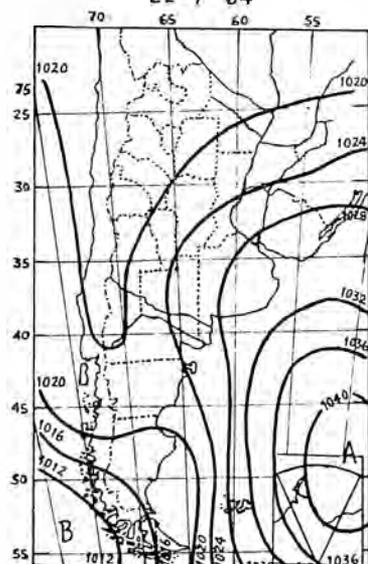
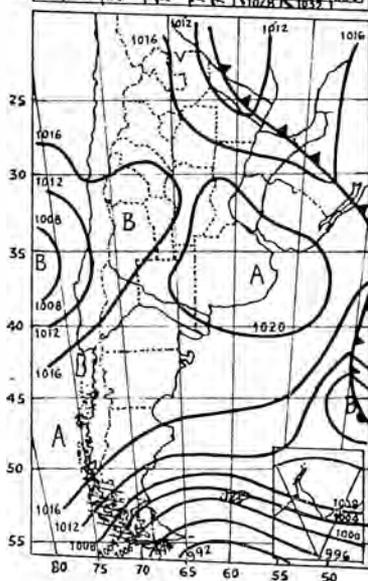
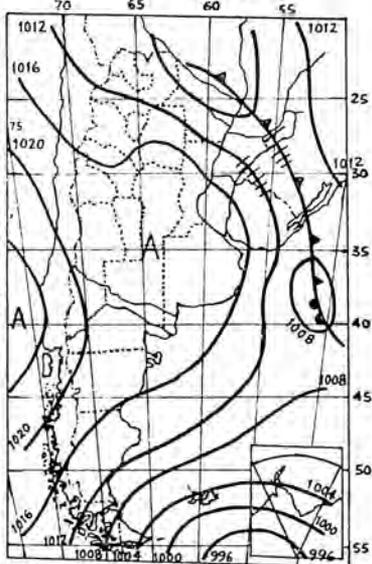
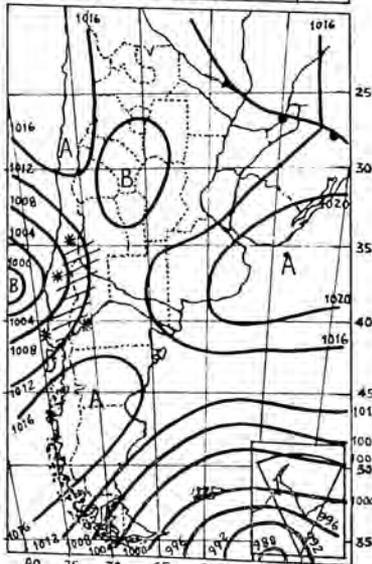


Fig. 43  
14-8-64: 21hs



15-8-64  
Fig. 44



16-8-64  
Fig. 45

Fig. 46  
17-8-64

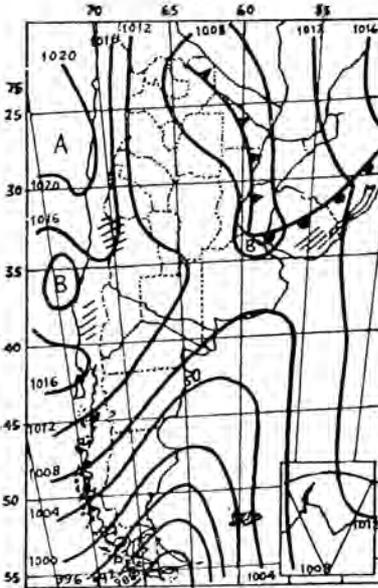
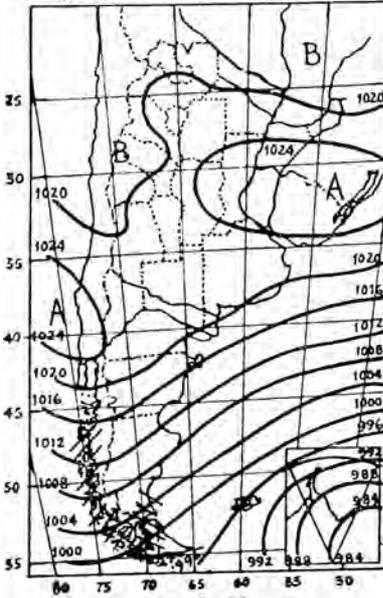
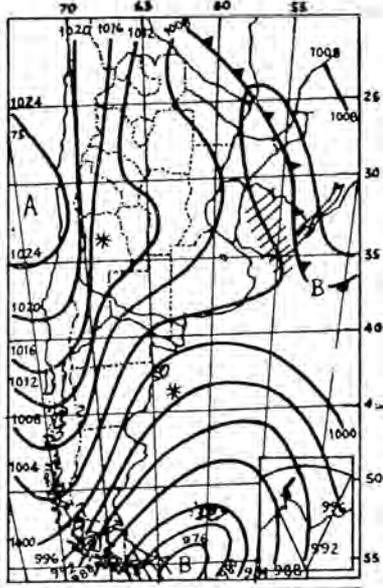
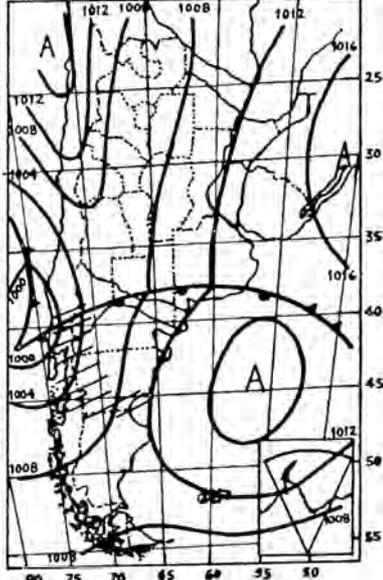


Fig. 47  
18-8-64



20-8-64  
Fig. 48



27-8-64: 21 hs.  
Fig. 49

censo de temperatura que contrasta con los días primaverales que se están viviendo; pero el mismo día, con una situación sinóptica similar a la anterior, vuelve el Zonda. Se registran nevadas en la alta montaña y de inmediato vuelve a caer la temperatura por irrupción de una nueva masa de aire frío, el día 1 de setiembre, que provoca lloviznas en toda la provincia.

#### ÉPOCA DE ACTIVIDAD MÁXIMA

##### *Setiembre y una tímida y variable primavera*

Desde el día 1 las temperaturas van subiendo y el 4 es primaveral. En el N de la provincia, por lo menos, han comenzado a florecer los durazneros y cerezos y, en general, a brotar las plantas. El Servicio Meteorológico Nacional emite su primer pronóstico de tormentas y chaparrones; pero, el invierno aún no ha terminado y comienza el período peligroso a causa de las heladas tardías. La fecha media de terminación de éstas es el 6 de setiembre, pero bien sabemos que puede ser sobrepasada.

Durante los días 5 y 6 se registra un fuerte cambio térmico, según puede apreciarse por las cifras siguientes:

	Día 5		Día 6	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Mendoza .....	25	2	16	8
Alvear .....	24	9	12	4
Malargüe .....	20	5	12	-1
Cristo Redentor .....	1	-8	-	-9

El día 6 el paso de un frente frío cubre el cielo de nubes, produce nieve en la alta montaña, amenaza lluvia en la planicie y desciende la temperatura especialmente hacia la noche. El descenso oscila, según se ha mostrado por las cifras anteriores, entre 12 y 8°.

Desde el 7 al 9, a causa de un extenso anticiclón del Atlántico que permanece casi estacionario desde el 6 (Fig. 51) se registran heladas generales.

A partir de éstas, las temperaturas van subiendo hasta el día 14, al extremo de pasar los 30° en el W y los 27° en el S y 18° en Cristo Redentor. El ascenso térmico no sufre más interrupciones que el día 18, al paso de un frente frío detrás del cual llega una célula de presión de 1.016 mb, todo sin mayor cambio. En general, el

Fig. 50  
28-8-64

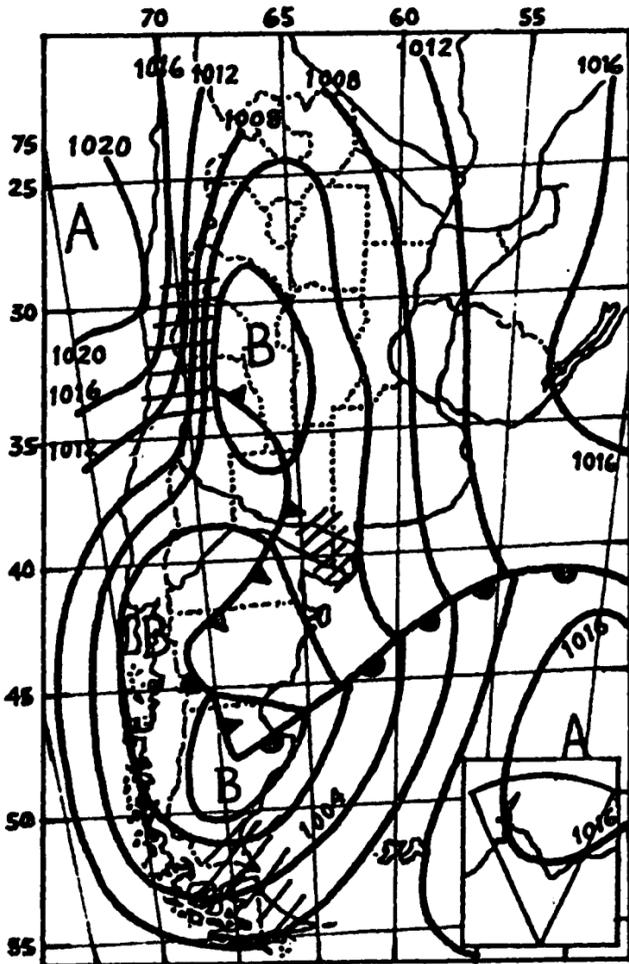
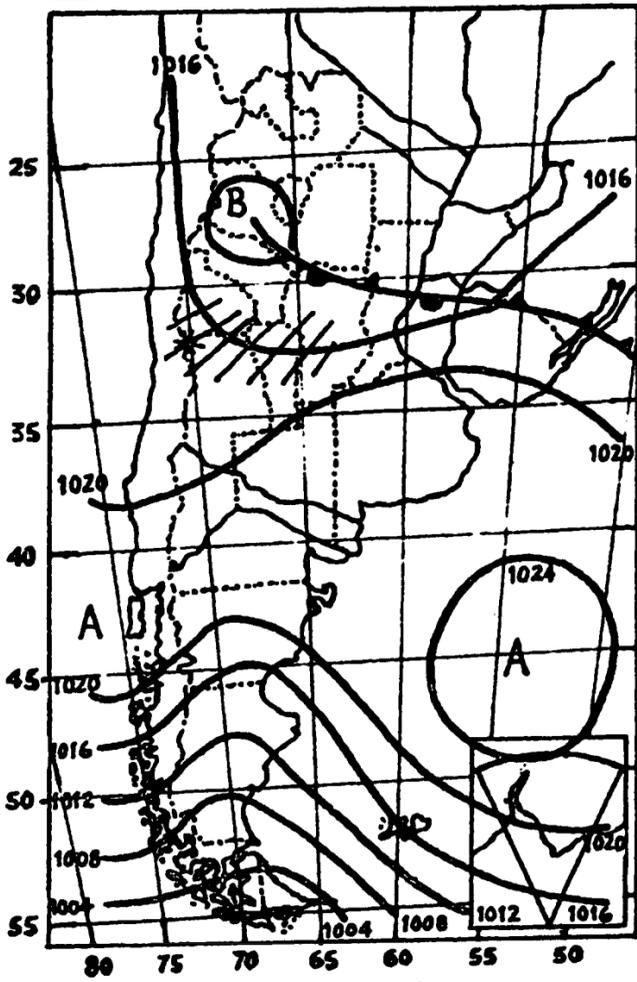
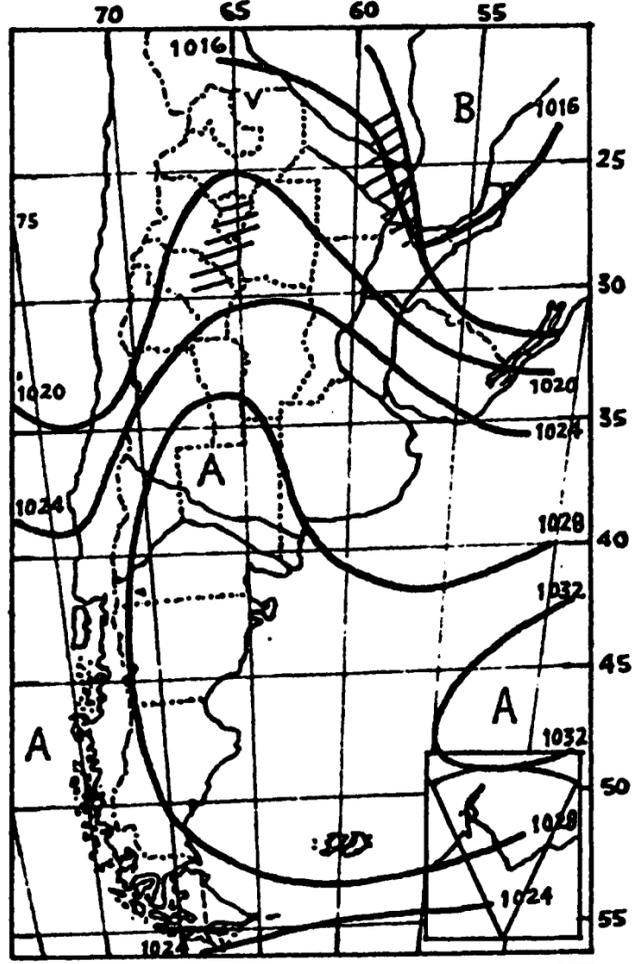
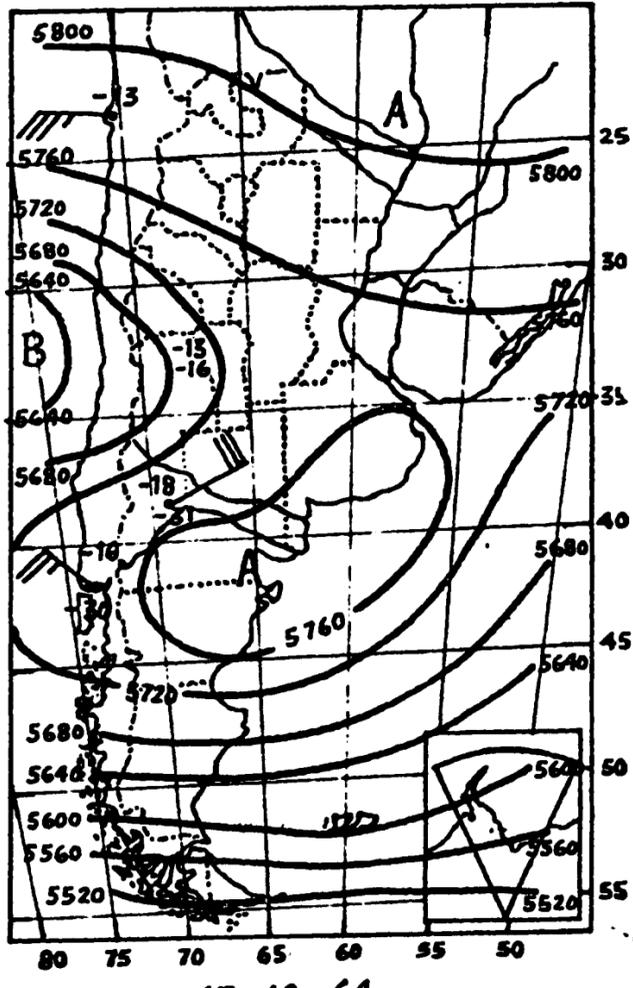


Fig. 51  
9-9-64



17-10-64  
Fig. 52



17-10-64  
Fig. 53

Topografía absoluta de la superficie  
isobárica de 500 mb. a las 9 hs. - H0A  
12 T.M.G.

cielo, influido en gran parte por la depresión del NW, permanece despejado facilitando la acción de la radiación, causante de la alta temperatura, pues si bien el anticiclón atlántico está enviando aire húmedo y caliente, éste no llega a Mendoza.

De este modo, el tiempo es agradable el día 12 y de netas características primaverales dos días después. El 15 ya se puede hablar de ola de calor desusada para la época, pero el 16 un frente frío hace disminuir algunos grados las temperaturas hasta el 18. De aquí en adelante el descenso es continuo hasta llegar a los valores máximos del 24; es decir, temperatura de verano.

Luego pasa un frente frío que produce precipitaciones en el E de la provincia y hace que las temperaturas desciendan de 10 a 15°. El cambio del tiempo es total. La despejada y cálida primavera cede lugar a las nubes, el cielo se va cubriendo. El 28, luego de una mañana gris, al declinar la tarde, comienza a caer una ligera llovizna, que otra vez lleva la temperatura y el ambiente a los días invernales, estado del tiempo que incluso produce nieve en la alta montaña y con el cual termina un agradable mes de setiembre.

### *Comienzan las lluvias*

Octubre es, en general, uno de los meses de tiempos más agradables en Mendoza, y en la misma forma se manifiesta en el año en consideración.

Luego de restablecidas las altas presiones por un anticiclón del Atlántico sud, las temperaturas comienzan a ascender siguiendo una curva muy simple que culmina el 5 de octubre y desciende luego hasta el día 8. No obstante, durante este período todavía se registran heladas en el S, desde Alvear.

Desde el punto de vista de la distribución del campo bórico, predominan los anticiclones del Atlántico y las bajas térmicas del NW que dan días despejados.

Una *depresión de altura* produce precipitaciones del 5 al 8, comenzando por el sud y siguiendo por el norte, hasta generalizarse. El último día, el aire frío del anticiclón atlántico produce un marcado descenso de temperatura: Mendoza, que el 7 registra 27° de máxima y 11 de mínima, el 8 solo tiene 13 y 9.

Entre el 8 y el 19 se reproduce el ascenso de temperatura, predominando la depresión del NW y los anticiclones con cielo despejado, y las temperaturas ascienden culminando el día 14, con una

interrupción el día 15 a causa de un frente frío que produce heladas en el SW.

Entre los días 17 y 19 una *depresión de altura* superpuesta a un frente produce intensas precipitaciones y tormentas (Fig. 52 y Fig. 53: topografía absoluta de la superficie isobárica de 500 mb a las 9 HOA-12,00 TMG). Las intensas precipitaciones abarcan toda la provincia y se registra nieve en la alta montaña (Fig. 54 y 55 de altura).

La precipitación se produce entre la 1.30 y las 6 de la mañana. "En nuestra ciudad capital los sistemas de desagües, a poco de iniciarse la precipitación, quedaron obstruidos por cuantioso material de arrastre. Ello determinó que el agua se desbordara de sus cauces naturales e inundara las calzadas, convirtiéndolas en verdaderos ríos. Debido al pronunciado declive que denota el suelo de Oeste a Este, al suceder estos fenómenos, la zona más afectada es la Cuarta Sección de la Capital, donde invariablemente termina por juntarse el agua.

"En el camino que lleva al Zoológico se acumuló gran cantidad de material de arrastre a la vez que la creciente ocasionó daños y profundos socavones en la línea de pavimentación. El mismo problema se registró en el camino de ascenso y descenso del Cerro de la Gloria. También las vías de intercomunicación del Parque General San Martín quedaron totalmente obstruidas. En la tarea de limpieza se ocupaban dos turnos de personal.

"Además, Mendoza quedó incomunicada por desperfectos en las líneas telefónicas, con las centrales de Uspallata, Bermejo, Cruz de Piedra y Luján. Todos los vuelos fueron suspendidos por las compañías de aeronavegación. Los bomberos desagotaron propiedades inundadas. La precipitación total en la ciudad capital alcanzó a 42 mm.

"Cosas semejantes ocurrieron en otros departamentos de la provincia, especialmente en San Rafael, donde se desbordó el río Diamante." <sup>14</sup>

El 20 pasa un frente frío seguido de un anticiclón con marcado descenso de temperatura.

El restablecimiento de las altas en general y la extensión del ciclón del NW, da cielos despejados que sumado al aporte de aire

---

<sup>14</sup> "Los Andes", *La precipitación pluvial no causó serias pérdidas*, 18-10-964.

Topografía absoluta de la superficie  
isobárica de 500 mb. a las 9 HOA ;  
12 T.M.

Fig. 54  
18-10-64

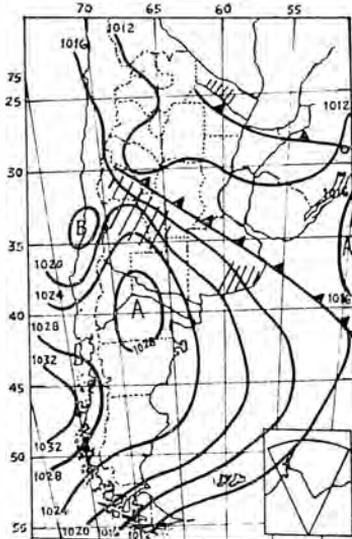
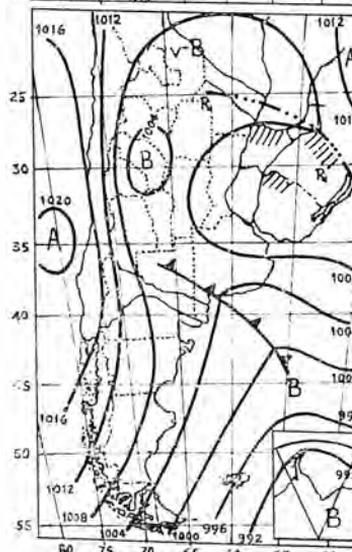
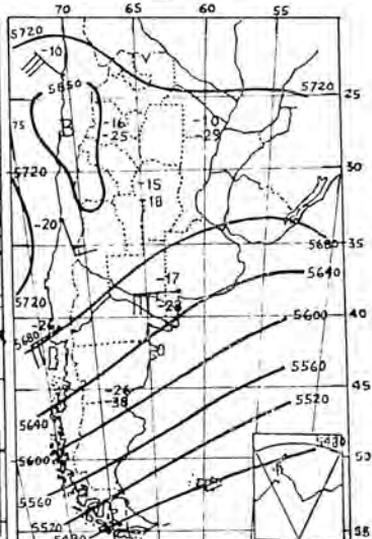
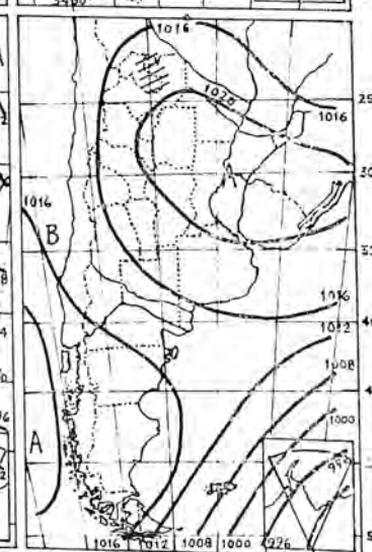


Fig. 55  
19-10-64



17-11-64: 21hs.  
Fig. 56



1-11-64  
Fig. 57

caliente del NE, hacen subir las temperaturas. No obstante, el S es afectado por el paso de un frente frío que produce fuertes lluvias el día 24. A dicho frente le sigue una irrupción de aire frío y seco que se intensifica hasta el último día del mes y si bien provoca descenso de temperatura, no alcanza a producir heladas, como en las provincias de San Luis y Buenos Aires. Mendoza ha sorteado un gran peligro pues para esta fecha el proceso vegetativo se encuentra muy adelantado.

*Período caluroso, de tormentas, chaparrones y granizo, alternado con descensos térmicos*

En la primera quincena de noviembre comienza el verano térmico.

El mes se inicia con un anticiclón centrado sobre el N de Entre Ríos, que cubre todo el país. Luego la baja del NW se sitúa sobre Mendoza y con cielo despejado van ascendiendo las temperaturas.

El 2, por el N de la Patagonia se nota el pasaje de una línea frontal de altura que provoca chaparrones y tormentas. En Mendoza produce granizo los días 2 y 3, en diversas zonas. El 4 un frente frío seguido de una irrupción de aire frío y seco produce precipitaciones en el E de la provincia y descenso térmico, especialmente en el S y E.

El 8 el día es caluroso y con elevada humedad y precipitaciones a causa de un *frente de inestabilidad*. Las precipitaciones, acompañadas de fuerte viento, truenos y relámpagos, también producen granizo. Bajo la presión de un anticiclón atlántico centrado a los 40° y 60°, el día 9 se produce un fuerte temporal que da lugar a granizo, viento e inundación en Mendoza. A continuación, un *frente de inestabilidad*, seguido de otro frente frío, prolonga las precipitaciones aisladas en la planicie y alta montaña, con granizo y descenso térmico que se hace muy evidente el día 13.

Detrás del frente frío llega un anticiclón que restablece las condiciones de alta presión y ascenso térmico, hasta el día 18. En esta fecha un frente de inestabilidad (Fig. 56) produce una precipitación intensa que pone fin a varios días de buen tiempo.

Hacia el 20 el tiempo es caluroso y el 21 se registra la temperatura más alta de la temporada, además de mucha humedad. Esta situación se prolonga hasta el 25, por lo menos, con precipitaciones

el 26 y 27, causadas por un *frente de inestabilidad*, en extensa zona de la provincia. Un nuevo *frente de inestabilidad*, el día 27 produce granizo en Santa Rosa y Tunuyán.

Las figuras 57 al 61 dan una idea aproximada de cuáles son los procesos que rigen el tiempo desde noviembre a febrero, más o menos. Una irrupción de aire frío y seco, con un anticiclón que pasa hacia el NE. Seguidamente la baja del NW. Luego un frente de inestabilidad seguido de un frente frío y más atrás el anticiclón que restituye las condiciones primeras. Estos procesos producen descensos térmicos, tormentas, granizo, chaparrones y mucha nieve en la cordillera.

### *Diciembre y una ola de frío extemporáneo*

El primero de diciembre una línea de inestabilidad (Fig. 62) da lugar a un día destemplado, con permanente amenaza de lluvia, chaparrones y temperatura inferior a la normal. Toda la provincia queda afectada por este estado de tiempo e incluso escarchilla en la alta montaña. Al promediar la noche, la precipitación se hace intensa y cae granizo en San Rafael. También se registra en la alta cordillera.

Detrás del frente de inestabilidad sigue el frente frío y una cuña de alta presión sobre la Patagonia se desplaza hacia el ENE. El 3 se ha establecido un anticiclón, el cielo se despeja y al día siguiente la depresión se ha localizado entre San Juan, Mendoza y San Luis. Las temperaturas ascienden y se van intensificando, no obstante el paso de un nuevo frente frío. El día 8 un frente caliente pasa por el SE de Mendoza, el tiempo es muy caluroso.

El día 9 (Fig. 63) el paso de un frente frío provoca fuerte viento y daños en los cultivos de Tunuyán. Sin embargo, el calor sigue siendo agobiante y se registran vientos calientes. El 11 se produce, detrás de un frente, una irrupción de aire frío del Pacífico que produce una baja de temperatura de 17 grados. Nieve en la alta cordillera hasta Puente del Inca y, particularmente, en la zona del Diamante, donde quedan bloqueadas las personas que allí prestan servicios especiales y los "veranantes". También nieva en Valle Hermoso. Las temperaturas registradas en el S son bajas: Las Paredes 4º Rama Caída 3º y Villa Atuel 2º. El anticiclón se estaciona y el aire fresco cubre todo el país con temperaturas inferiores a la normal. En el valle de Uspallata se registran heladas que

Fig. 58  
2-11-64: 21hs.

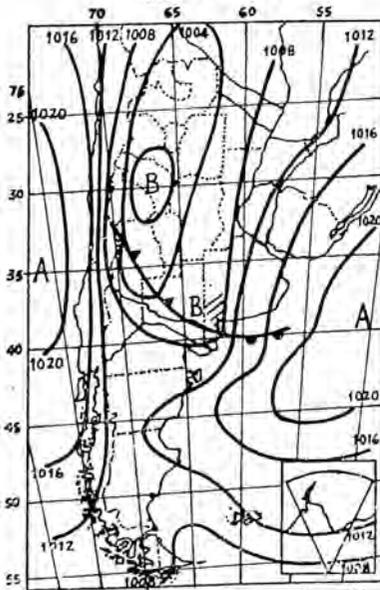
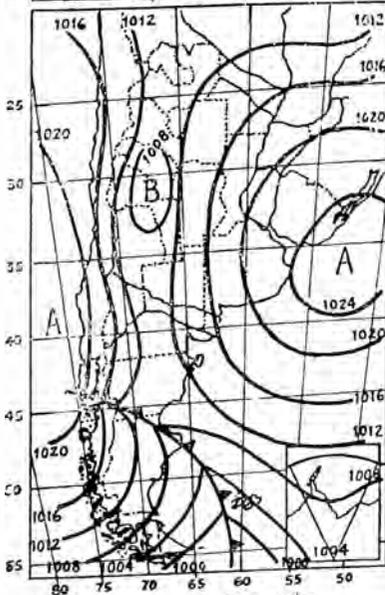
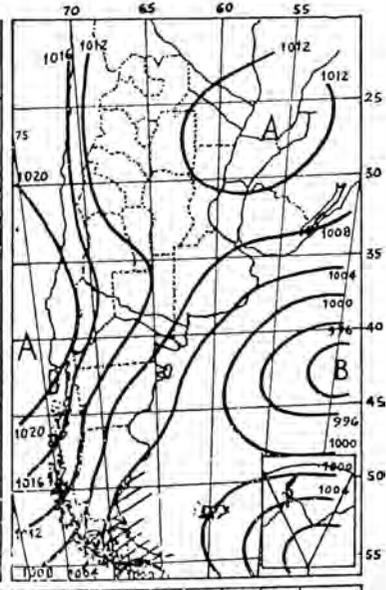
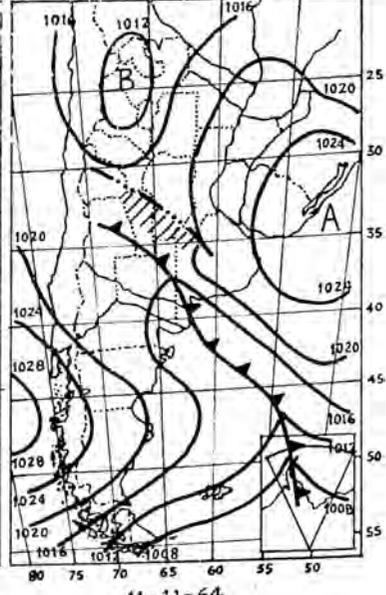


Fig. 59  
6-11-64



10-11-64: 21hs.  
Fig. 60



11-11-64  
Fig. 61

Fig. 62  
1-12-64

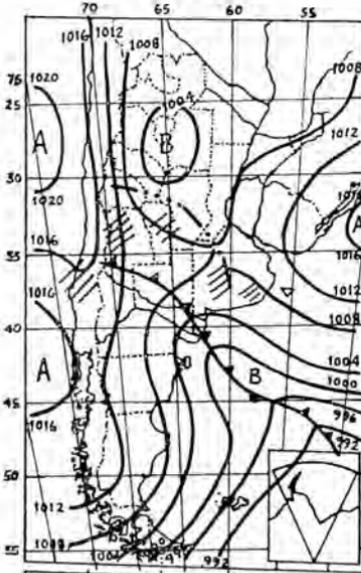
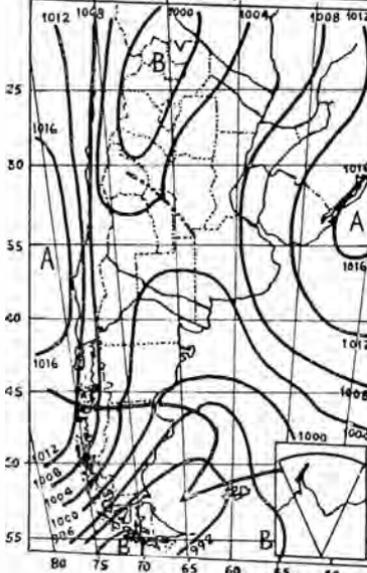
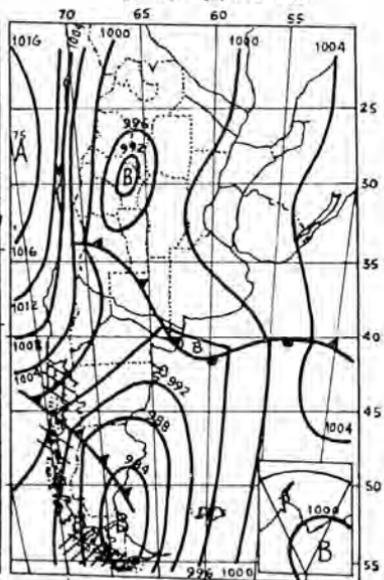
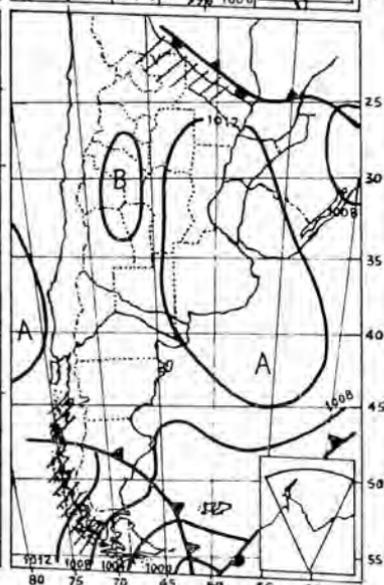


Fig. 63  
9-12-64: 21hs.



4-1-64: 20hs.  
Fig. 64



8-1-66: 9hs.  
Fig. 65

producen daños en las plantaciones y las pérdidas son estimadas entre 30 y 60 %.

Los descensos térmicos no solo son desfavorables a la agricultura, sino también para los deshielos, por lo cual bajan los caudales. El río Mendoza, cuya media para este mes es de 96 m<sup>3</sup>, solo trae 17 metros cúbicos por segundo. Esta cantidad es insuficiente para atender las exigencias del riego.

El día 15 por la noche un frente caliente sobre Mendoza produce precipitaciones. Luego el avance de un frente frío produce un nuevo descenso térmico y comienza a escasear agua de riego.

Detrás del frente frío entra una célula de alta presión y las temperaturas continúan bajas. Pero, el 19 un *frente de inestabilidad* provoca copiosas precipitaciones, especialmente en el gran Mendoza, con descargas eléctricas e inundaciones con daños. El frente frío que sigue al de inestabilidad prolonga el mal tiempo e, incluso, se registra nieve en la alta montaña, que se prolonga por cuatro días consecutivos. El tiempo se restablece luego con las características habituales; es decir, la célula de alta presión que sigue al frente frío, y comienza el ascenso térmico con cielo despejado. No obstante, el paso de un nuevo frente de inestabilidad produce granizo en Tupungato y Santa Rosa y nieve en la alta cordillera que impide el tránsito de los turistas; en los días restantes pasa otro frente que produce nuevas precipitaciones.

Aparte de los violentos chaparrones, y las fuertes y desastrosas granizadas, dentro de un período en que las temperaturas medias diarias son elevadas, los cambios de tiempo son acompañados por marcados descensos térmicos. Estos descensos son apropiados para delimitar tipos de tiempo, tal lo ocurrido entre el 5 y el 19 de enero.

El día 4 a la mañana, las temperaturas alcanzan los siguientes valores.

	Máxima	Mínima
Mendoza .....	35	20
Malargüe .....	27	s/d
Alvear .....	34	18
Cristo Redentor .....	7	-1 helada

La humedad es alta y el tiempo sofocante.

En ese día 4 se registra el paso de una línea de inestabilidad de W a E, con registro de abundantes precipitaciones (Fig. 64). En Mendoza se producen, en horas de la madrugada del cinco, descensos de temperatura de 7°, término medio, lluvia y granizo. El

resto de la jornada permanece cubierto de nubes. Las precipitaciones de granizo producen graves daños en una amplia zona.

La intensa tormenta comienza por el sud. En San Rafael abarca la ciudad y distritos vecinos, caracterizándose por grandes descargas eléctricas, lluvia torrencial y caída de granizo. Produce corrientes aluvionales a causa de los desbordes de algunos cauces y daña viviendas en las zonas bajas. La granizada se extiende hasta el divisadero del Águila, con gran intensidad.

En el norte de la provincia la tormenta, que sigue a días de altas temperaturas, se extiende desde San Carlos a Jocolí.

En la ciudad capital, el granizo, de gran tamaño, precede a la lluvia, acompañado de viento. La precipitación aunque no es muy intensa, se caracteriza por su espectacularidad, ocasionando en cuatro minutos daños apreciables en canteros de plazas, arbolado público, algunas instalaciones eléctricas y los cristales de viviendas altas.

Paulatinamente el granizo que cae en seco va disminuyendo en intensidad, siendo acompañado al final por una corta precipitación pluvial, que cesa quince minutos después de comenzar la tormenta.

En la villa de Lavalle, el granizo es más abundante y los daños, al igual que en Jocolí y Costa de Araujo, son estimados en 70 %.

También cae granizo en Luzuriaga y General Gutiérrez, sin mayores daños.

En Luján se registran dos tormentas, por la madrugada y la tarde. En Perdiel y Agrelo los daños oscilan entre el 5 y el 35 %, mientras que en Carrizal no son estimados.

El mayor castigo lo recibe Tunuyán. Las pérdidas en frutales y hortalizas son calculados en 100 % para la Colonia Las Rosas; 60 % en Los Árboles; 50 % en Villa Cabecera; 60 % en los Sauces y Villa Seca. Es de hacer notar que los cultivos destruidos son de gran valor económico y esto explica que las pérdidas se estimen en \$ 500.000.000. En una sola propiedad de manzanas de Colonia La Mora, los perjuicios ascienden a unos \$ 20.000.000.

Otras localidades afectadas son de Rivadavia: Santa María de Oro (5 al 10 %); en Nueva Ciudad y El Sauce, de Guaymallén (45 %); Puente de Hierro y zonas de Corralitos (95 %). En San Martín, Alto Verde (45 %) y Colonia Montecaseros (90 %); en

San Carlos, Villa Cabecera (25 %) y Chilecito (40 %). Finalmente, el temporal avanza hacia el norte alcanzando a San Juan.<sup>15</sup>

He aquí los efectos de un tiempo producido por una línea de inestabilidad en pleno mes de enero.

Pasada esta situación, una continua advección de aire cálido y húmedo procedente del N hace que, desde el 6, las temperaturas se eleven rápidamente acentuando la inestabilidad. La humedad alcanza a 60 % y junto con la elevada temperatura el tiempo se torna sofocante. El paso de un anticiclón desde el SW hacia el NE, con advección de aire fresco y seco no afecta a Mendoza, cuya temperatura continúa en ascenso. De tal modo el día 8 las temperaturas máximas alcanzan a 36° en el N y 31 en el S, con elevada humedad a causa del aire que envía el anticiclón centrado sobre el Litoral (Fig. 65). Sin embargo, al finalizar el día, una nueva línea de inestabilidad (Fig. 66) produce intensas ráfagas de viento sur, con rápido descenso de temperatura, tormentas eléctricas y lluvias copiosas. La precipitación abarca a casi toda la provincia.

Este estado de alta temperatura general, interrumpido por caídas térmicas que se levantan al día siguiente, la sostenida humedad desusada en Mendoza, las abundantes precipitaciones y el fuerte deshielo en la cordillera dejan una secuela de consecuencias que pueden sintetizarse de la siguiente manera: destrucción de frutos por las granizadas, aparición de peronospora a causa de la alta humedad, y precipitaciones y crecientes de los ríos debido al acelerado proceso de fusión de nieves tardías por elevación térmica. El río Diamante eleva su caudal a 2.200 m<sup>3</sup>, acarreado consecuencias catastróficas, para cultivos y viviendas.

El día 9 a las 20, con un centro de bajas presiones (1.008 mb) centrado sobre el S de Mendoza y un anticiclón (1.016 mb) sobre el Atlántico (Fig. 67), en Mendoza reina buen tiempo. El día 10, bajo la presión del anticiclón atlántico, comienza la entrada de aire húmedo y cálido al país, mientras que por el S de la Patagonia va llegando un nuevo sistema depresionario. El 11 pasa un frente frío que da lugar a descenso térmico con lluvias abundantes en toda la mitad norte de la provincia. Luego del frente, se restituye la situación del 9, según puede verse en el gráfico 68; el cielo se

---

<sup>15</sup> "Los Andes", 6-1-64.

Fig. 66  
8-1-66: 20hs.

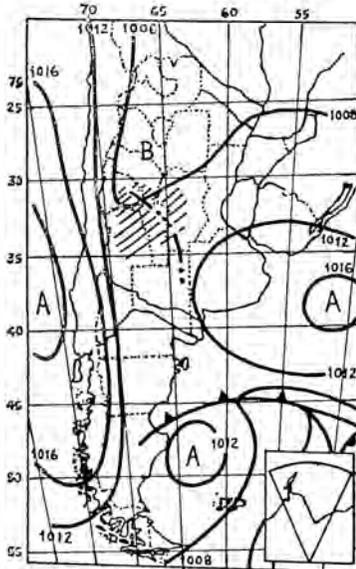
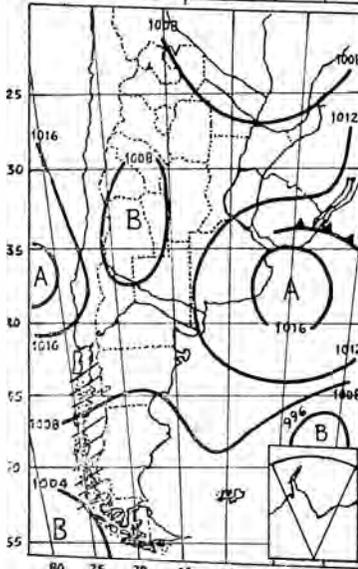
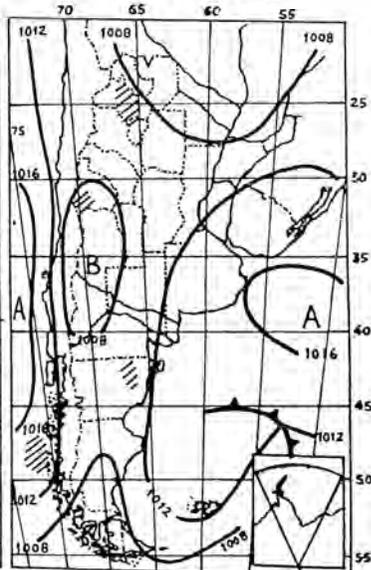
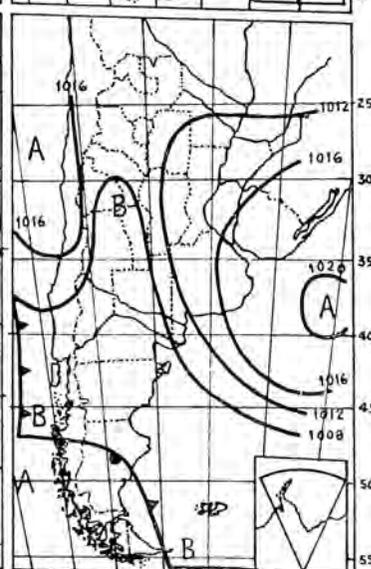


Fig. 67  
9-1-66: 20hs.



12-1-66: 20hs.  
Fig. 68



18-1-66: 9hs.  
Fig. 69

Fig. 70  
19-1-66: 9hs.

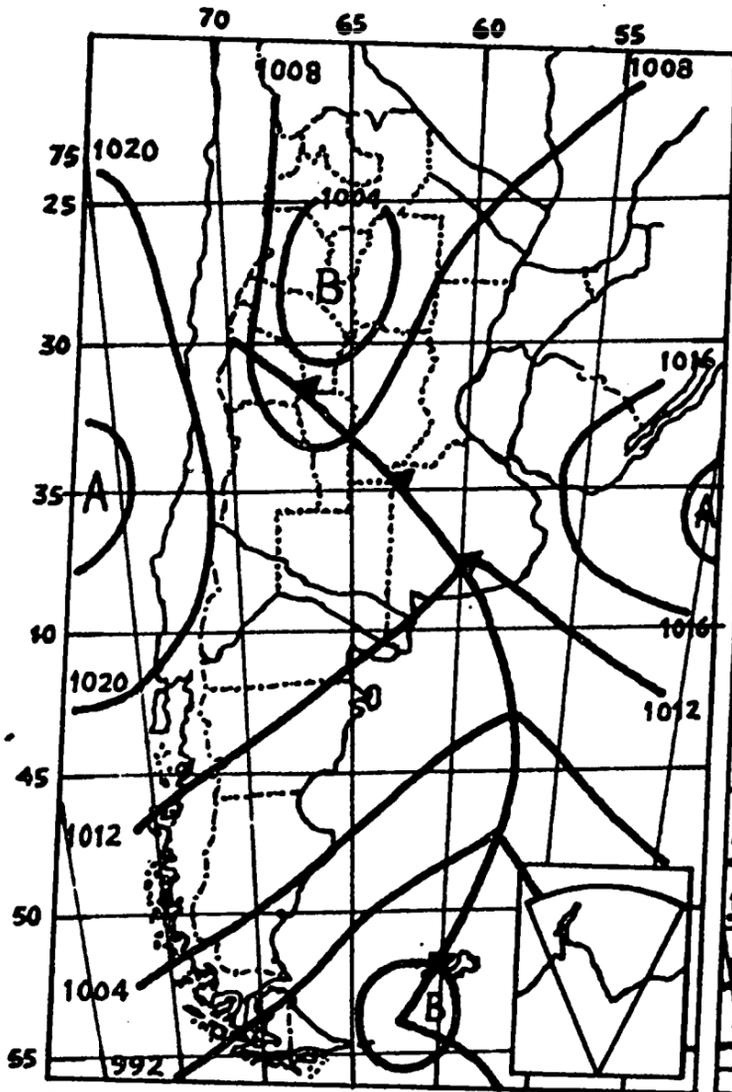
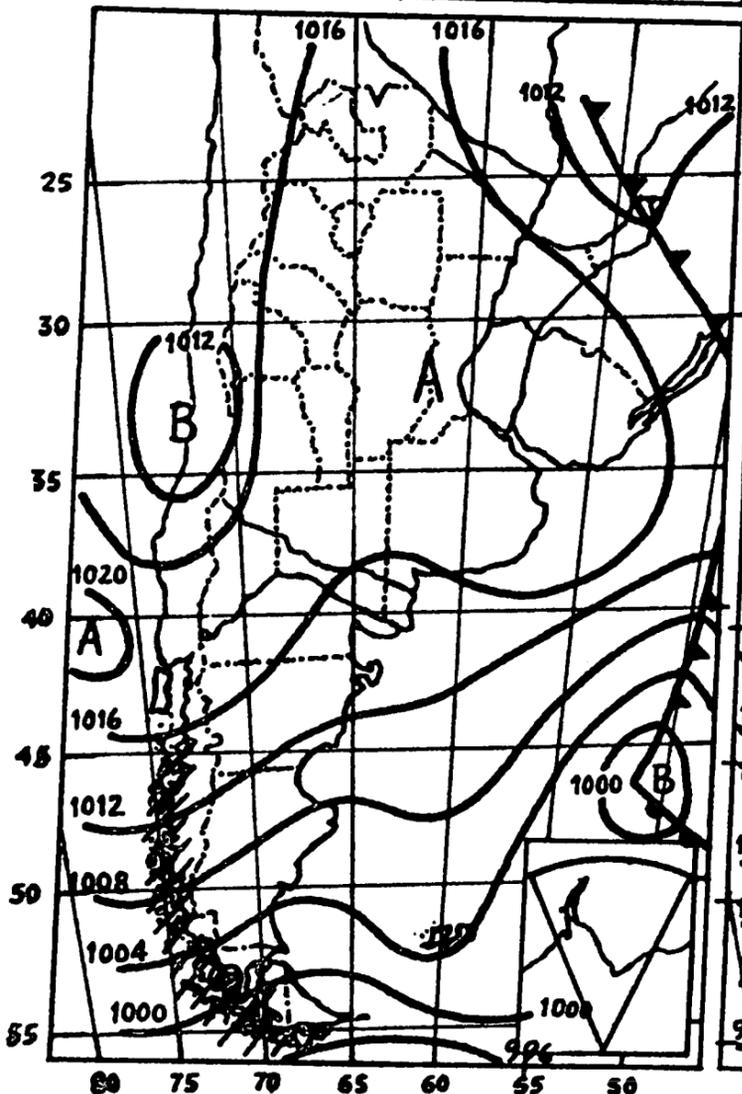
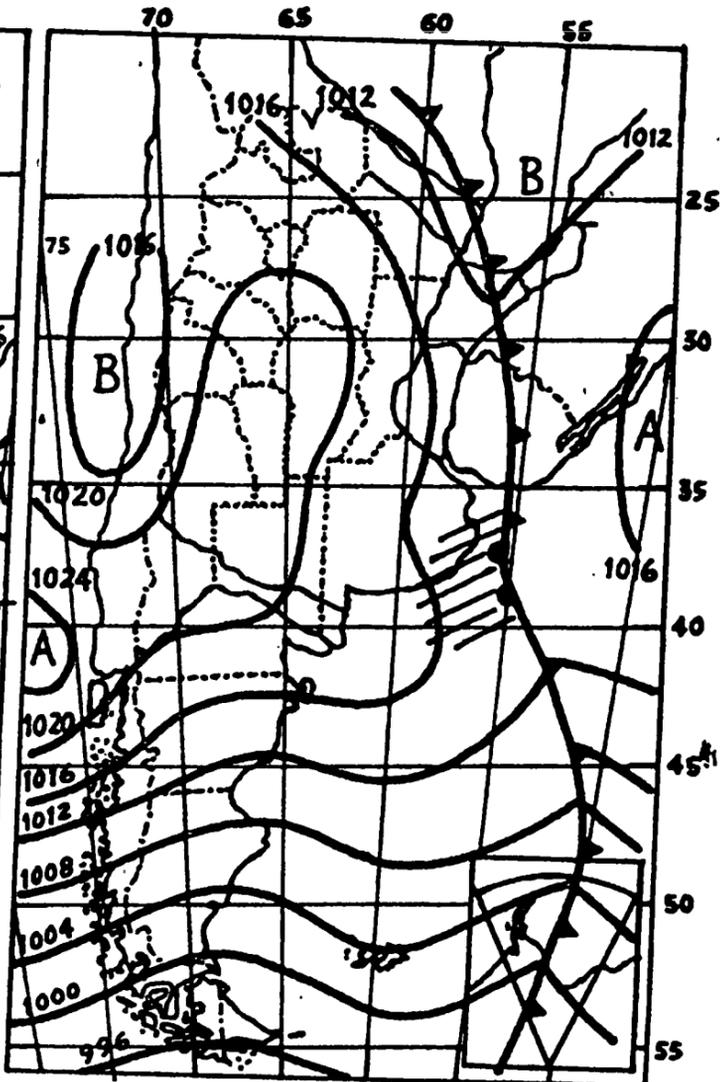
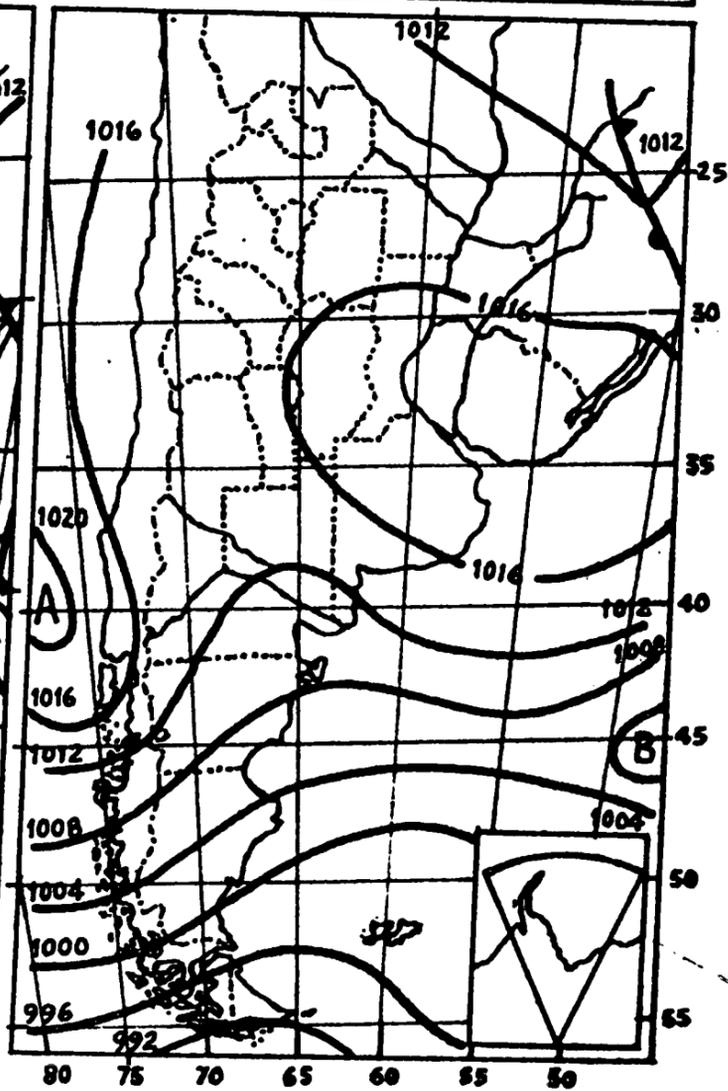


Fig. 71  
20-1-64: 9hs.



21-1-64: 9hs.  
Fig. 72



22-1-64: 9hs.  
Fig. 73

despeja y las temperaturas ascienden nuevamente, la humedad es alta y el tiempo sofocante.

Se suceden luego un frente de inestabilidad y un frente frío con fuertes chaparrones en diversas partes de la provincia e inundaciones en la ciudad de Mendoza a la vez que desciende la temperatura hasta el 19.

### *Dos marcados descensos térmicos en pleno verano*

La situación que ilustra la carta del 18 a las 9 (Fig. 69) da lugar al ascenso de temperatura y aumento de humedad; pero el 19 (Fig. 70) un frente frío provoca un fuerte descenso de temperatura, que hace bajar la máxima a 17° y la mínima a 14, cuando los valores medios para ambas, durante el mes, son 30,2 y 18,7 respectivamente. En casi toda la provincia el cielo permanece cubierto durante la mayor parte del día y con vientos fríos del sud, que en algunas zonas alcanza a los 50 km, especialmente en San Rafael. Las cartas correspondientes a los días 20 al 22 (Fig. 71 a 73) ilustran la evolución del proceso. Mendoza queda libre de precipitaciones. Vuelve el buen tiempo pero el 22 la temperatura y la humedad elevada lo tornan sofocante. El calor persiste, con algunos chaparrones, hasta que el 25 (Fig. 74) un frente frío produce un notable descenso de temperatura, que oscila entre 9 y 5°. Las cartas del 26 al 28 (Fig. 75 a 77) indican la evolución del tiempo que se mantiene bueno por varios días y el único frente frío que pasa no tiene ningún efecto, aunque el 9 se registran algunas precipitaciones. La temperatura alcanza su máximo el 31, con 34,9 y 21,1°; pero la escasa humedad hace muy soportable el calor. La sequedad se produce bajo el efecto del ciclón del NW (Fig. 78).

El mismo día 31 (Fig. 79), el paso de un frente de inestabilidad, seguido de un frente frío, produce tormentas de granizo con daños en los cultivos, especialmente el 1 de febrero.

Las cartas del 1 al 4 (Fig. 80 al 83) ilustran la evolución del tiempo que da lugar al ascenso paulatino de la temperatura y la humedad, a lo cual pone término el paso de una línea de inestabilidad el día 5 (Fig. 84) con tormenta de granizo de gran tamaño, mortalidad de aves de corral y destrucción de techos. El granizo alcanza los 500 gramos en San Rafael, con pérdidas en los cultivos del 70 al 80 %.

Fig. 74  
25-1-64: 9hs.

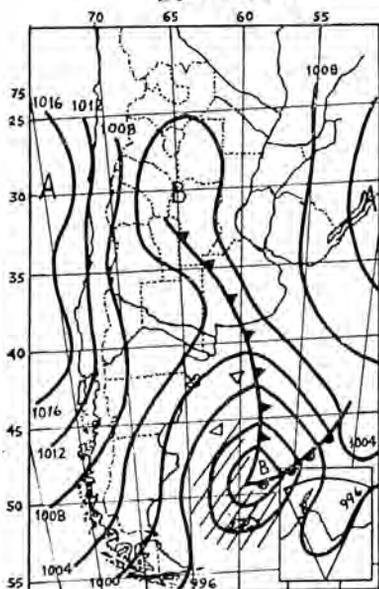
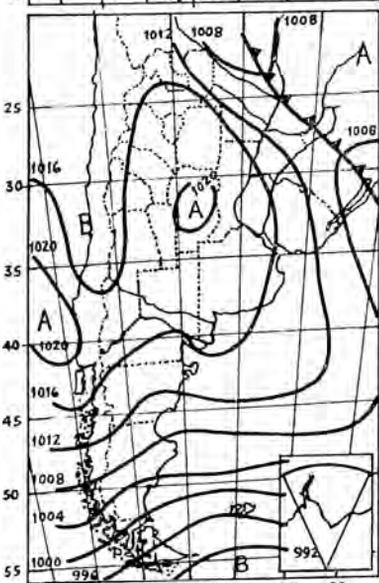
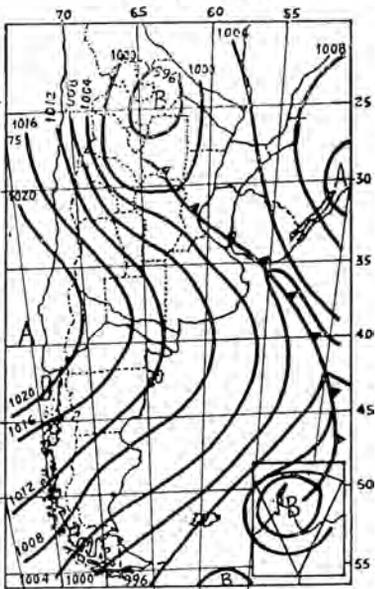
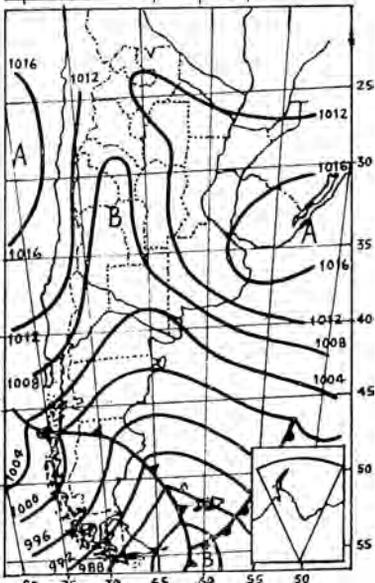


Fig. 75  
26-1-64: 9hs.



27-1-64: 9hs.  
Fig. 76



28-1-64: 9hs.  
Fig. 77

Fig. 78  
29-1-64: 20hs.

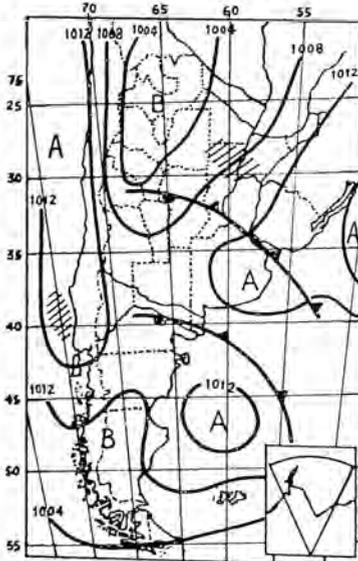
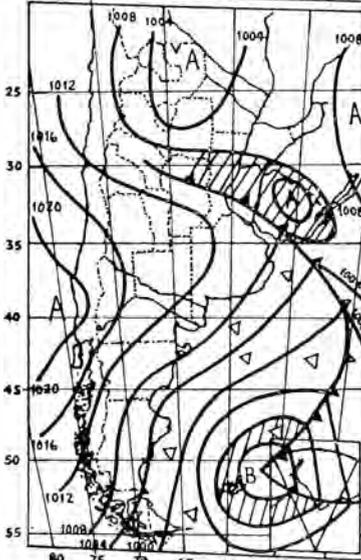
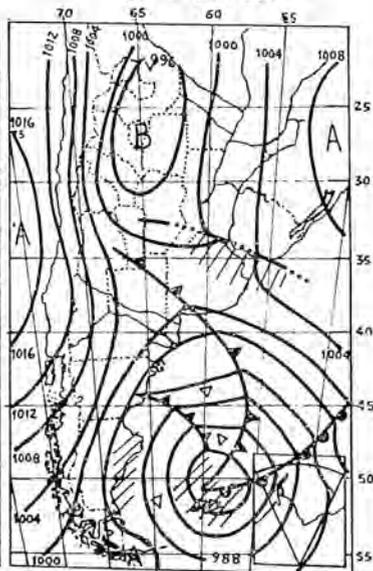
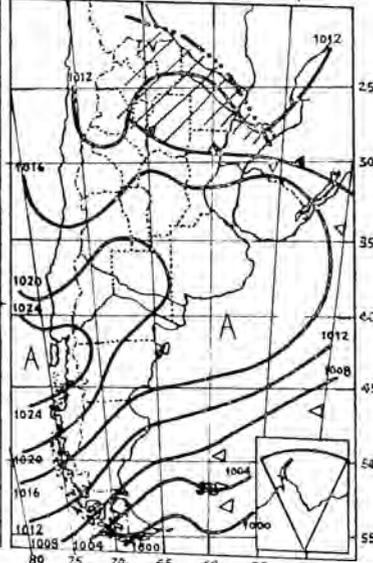


Fig. 79  
31-1-64: 20hs.



1-2-64: 9hs.  
Fig. 80



2-2-64: 9hs.  
Fig. 81

En adelante se suceden los frentes fríos y calientes, sin mayores consecuencias; pero, el 14 se inicia un avance de aire frío del SW (Fig. 85) y el 15 el anticiclón domina el centro del país e inicia el descenso paulatino de la temperatura (Fig. 86).

El 17 se produce una fuerte irrupción de aire frío del S (Fig. 87) y se establece un nuevo anticiclón, aunque no produce precipitaciones en Mendoza. El descenso de la temperatura se había iniciado el 16 y alcanza a los 9,6° en San Rafael, cuando lo común es de 22 a 23°. Al día siguiente en Mendoza baja 15,8° y 12,3, a solo cuatro días de registrarse 32,2 y 21,7. Esta masa de aire transforma el aspecto de la provincia y, en particular, de la ciudad capital. La población debe recurrir a ropas de abrigo. El camino a la laguna del Diamante queda bloqueado entre ésta y el refugio Cruz de Piedra.

*Tiempo excepcionalmente húmedo entre dos estados muy fríos para la época*

El día 19 de febrero, después de la ola de frío que acaba de ser descrita, un extenso anticiclón se ha establecido con su centro de 1.016 mb sobre el NW de Entre Ríos. El aire frío cubre gran parte del país y las temperaturas son de 6 a 10° inferiores a la normal. Un frente frío ha avanzado desde el S y se ha establecido a muy poca distancia de la extremidad septentrional de Mendoza, donde permanecerá hasta su extinción (Fig. 88).

La masa de aire frío comienza a calentarse, de modo tal que el 21 las temperaturas alcanzan valores normales.

Para el día 22, el anticiclón se ha retirado hacia el Atlántico, mientras un área ciclónica de 1.018 mb se ha situado desde Catamarca hasta el N de Mendoza. Esta situación bórica favorece el ingreso de aire cálido y húmedo del N; al día siguiente ya comienza a sentirse calor en Mendoza y el efecto de la humedad.

Dos días después (24), las temperaturas han alcanzado su valor máximo y se mantendrán por varios días, no obstante el paso de algunos frentes que no alterarán las condiciones atmosféricas de la provincia (Fig. 90 y 91).

El día 29 el aire cálido y húmedo del N domina de tal forma el N del país y Mendoza, que en esta ciudad se registra a las 8, 92 % de humedad relativa, cosa bastante rara, por cierto.

Fig. 82  
3-2-64: 9hs.

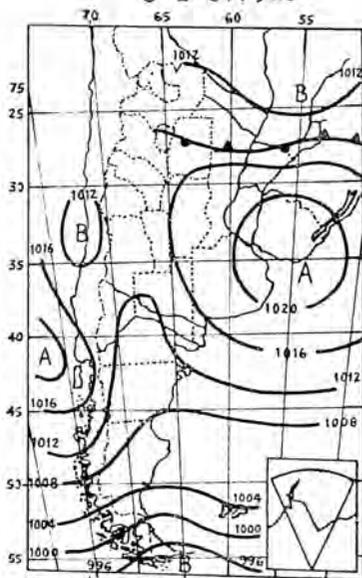
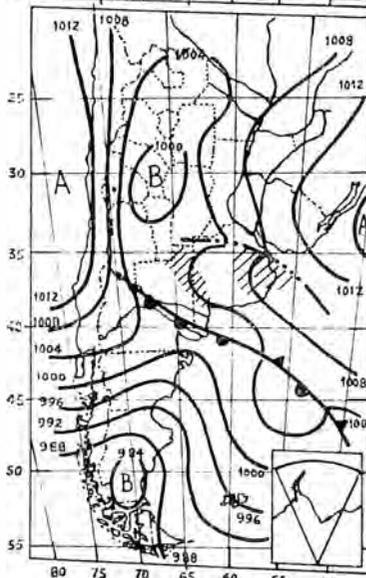
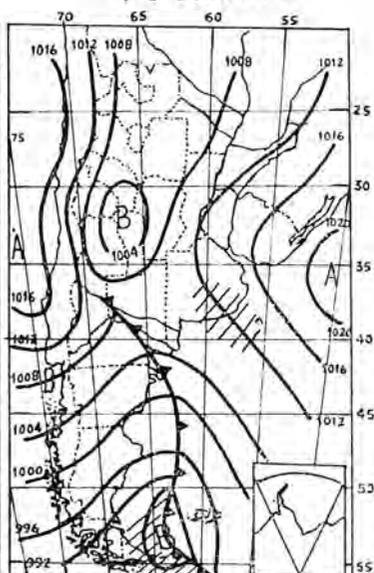
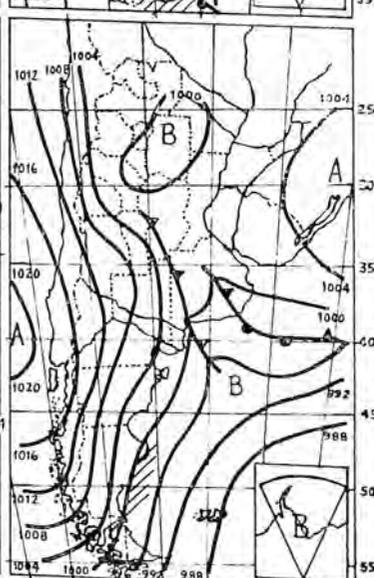


Fig. 83  
4-2-64: 9hs.

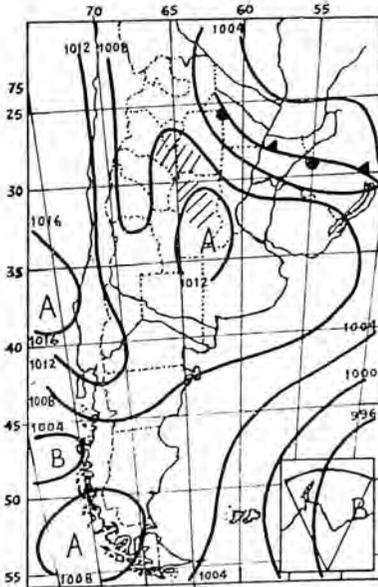


5-2-64: 9hs.  
Fig. 84



14-2-64  
Fig. 85

Fig. 86  
15-2-64



El día 3 se inicia el cambio de tiempo. Un frente "patagónico" (Fig. 92), con actividad pre y post frontal, pasa hacia el NE. El aire frío irrumpe sobre la cordillera mendocina y produce nevadas. En la planicie, durante todo el día, el cielo permanece nublado y cada vez más denso hacia la tarde y amenazante. La precipitación se concreta en chaparrones aislados en diversas zonas de la provincia, donde además cae granizo.

De este modo comienza un período lluvioso, común a fines de febrero o principios de marzo, frío y con viento del SE ("tiempo podrido").

El día 4 continúa el ingreso de aire frío del SW (Fig. 93) y el mal tiempo en la planicie y la cordillera. Llovizna intermitente todo el día y en toda la provincia y las temperaturas alcanzan valores bajos. El tiempo adquiere características otoñales, marcando un hito en la marcha anual pues las temperaturas que hasta este momento alcanzaban máximas de 30° o más, no volverán a estos valores hasta fines de diciembre.

El cinco, el mal tiempo continúa a causa de una depresión de altura. Mientras tanto, sobre el SW de Buenos Aires, se establece un anticiclón de 1.029 mb (Fig. 94) y el aire fresco cubre prácticamente todo el país determinando temperaturas varios grados inferiores a la normal. La intensificación del anticiclón hace mejorar las condiciones del tiempo, que ha producido días de precipitaciones.

#### *Dos períodos lluviosos y una desastrosa helada en pleno mes de marzo*

El día 5 de marzo, de todos modos, transcurre frío y seco, dominando la situación, en gran parte del país, según se ha visto, un gran anticiclón. Al día siguiente las condiciones del tiempo continúan con características similares, aunque el anticiclón se ha intensificado y desplazado hacia el NE (Fig. 95) y como en el día anterior, siguen las precipitaciones. Hacia el 8 el tiempo mejora; pero, de inmediato se registra la entrada de una depresión de altura que llega a menos de 1.008 mb, desde el W, provocando chaparrones y tormentas en una extensa zona (Fig. 96). El día 9 comienza a reflejarse en superficie esta depresión, asociada con un sistema frontal frío (Fig. 97) y se producen precipitaciones. El paso del frente frío por San Rafael es acompañado por fuertes ráfagas de viento que ocasionan daños a los cultivos.

Fig. 90  
25-2-64

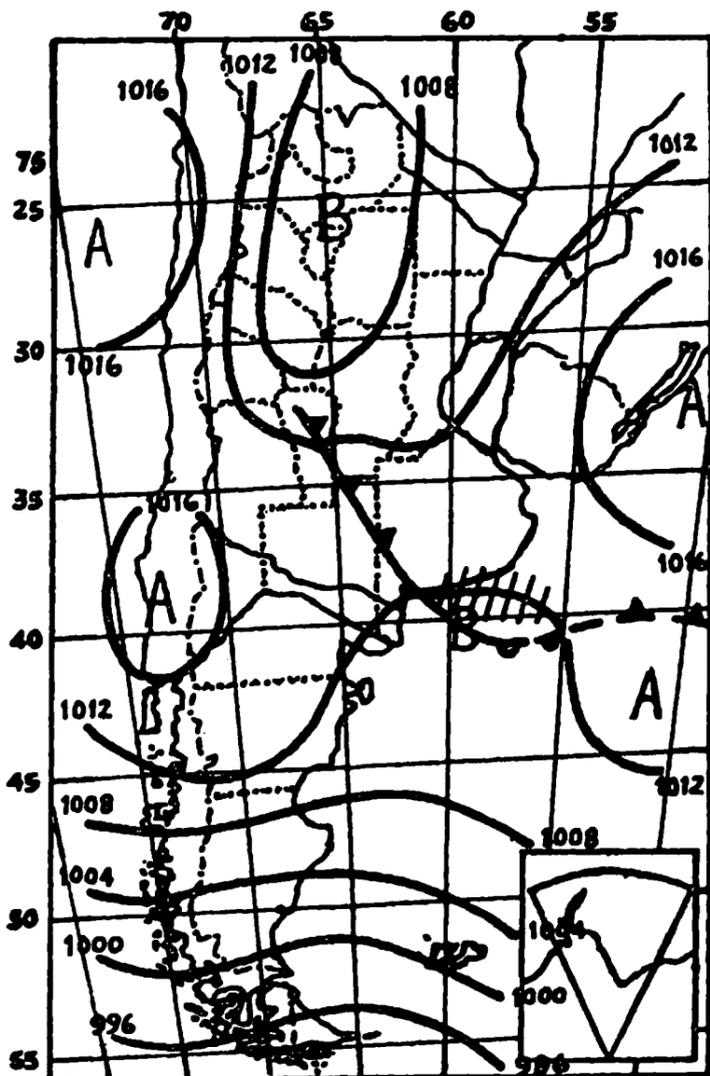
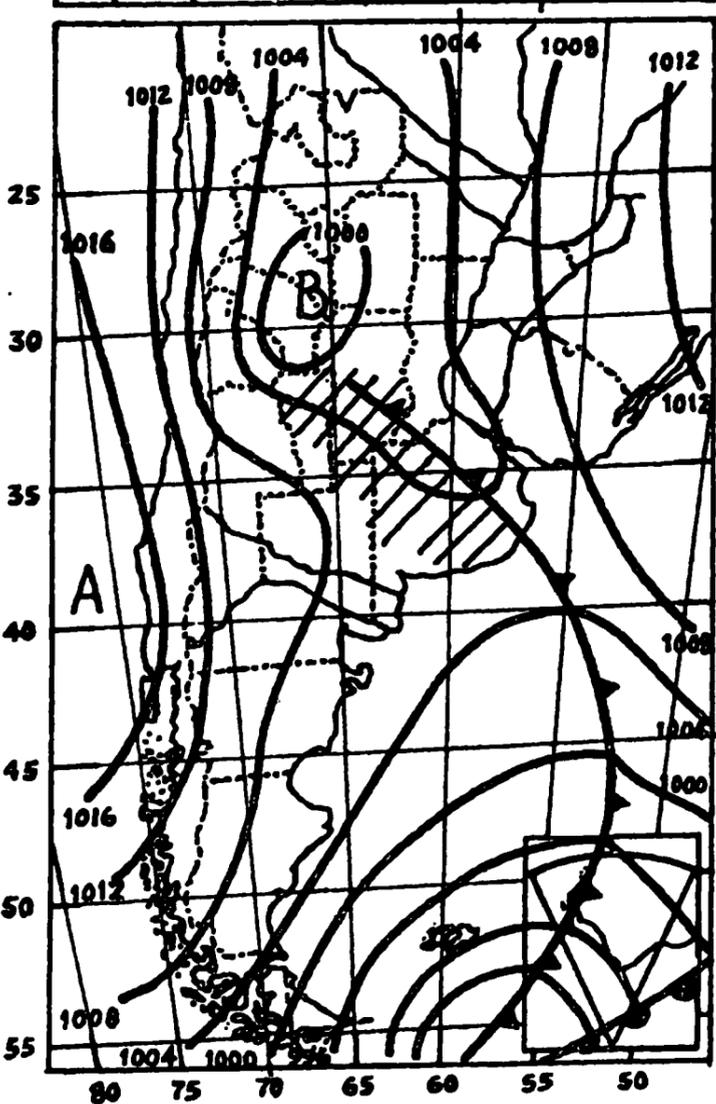
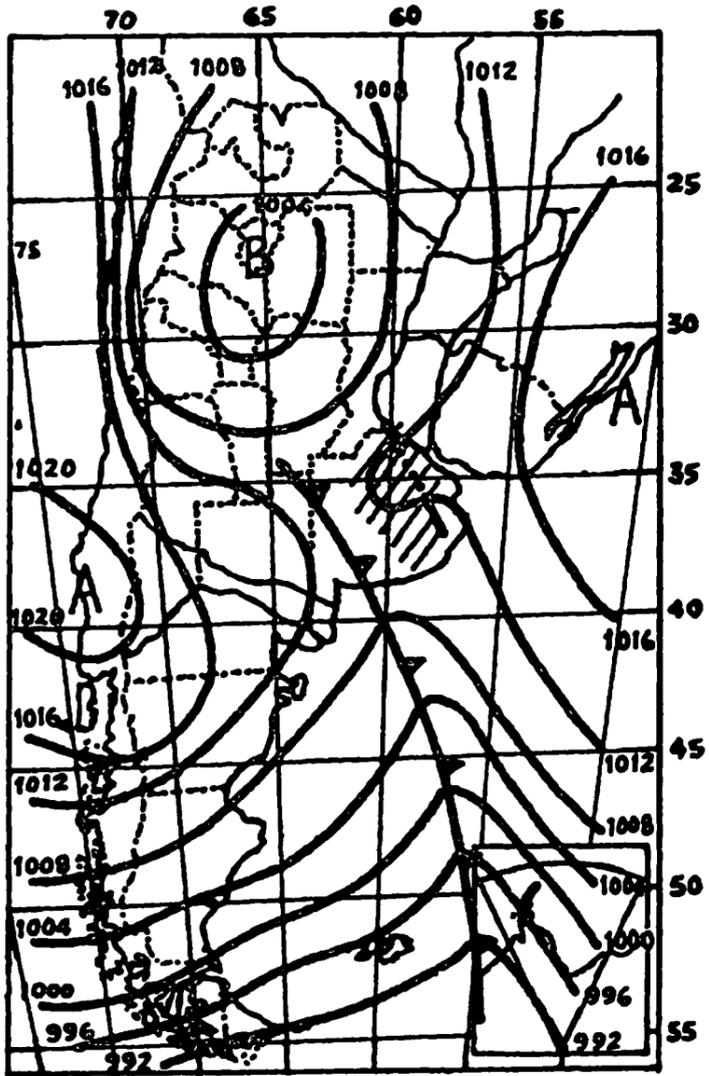
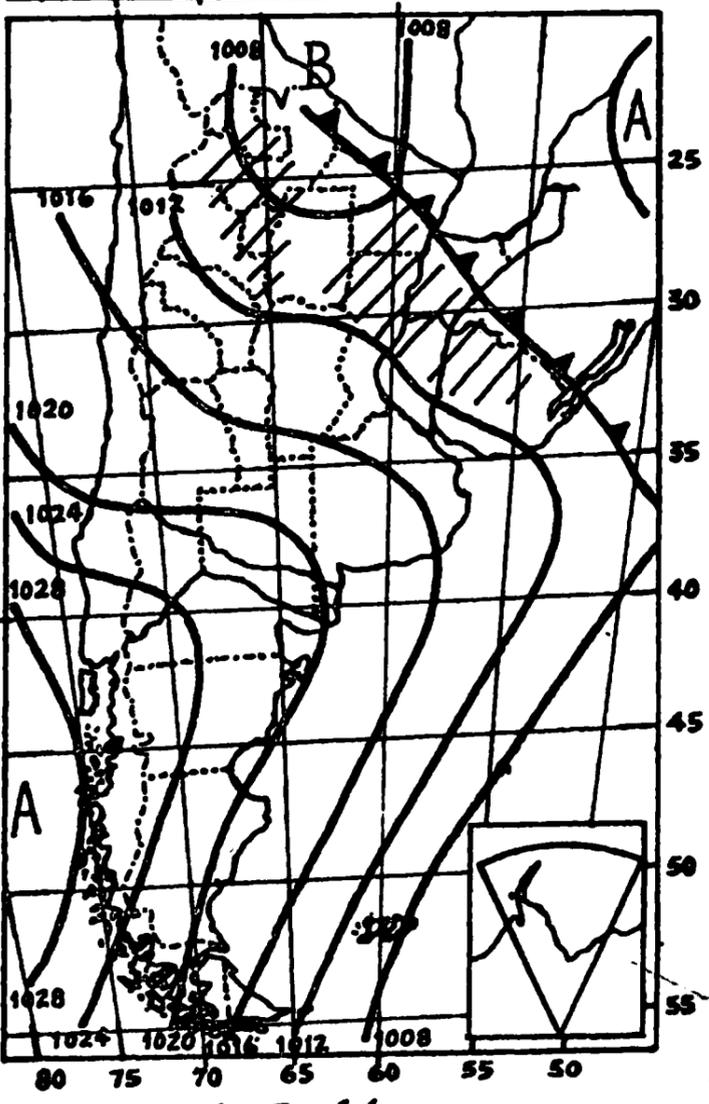


Fig. 91  
27-2-64



3-3-64  
Fig. 92



4-3-64  
Fig. 93

Fig. 94  
5-3-64

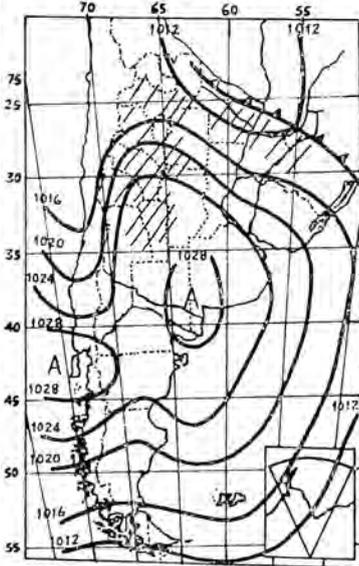
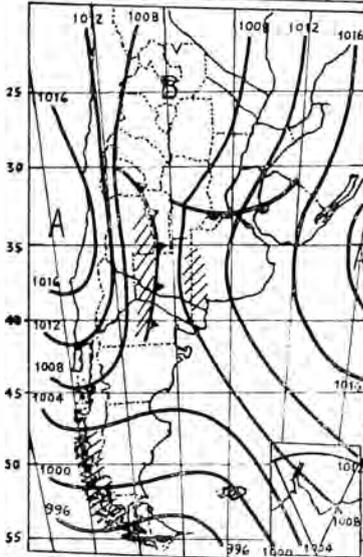
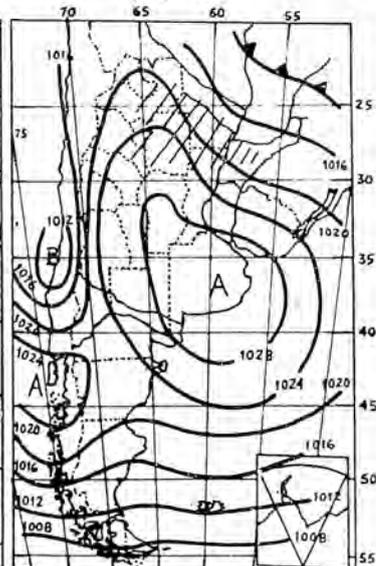
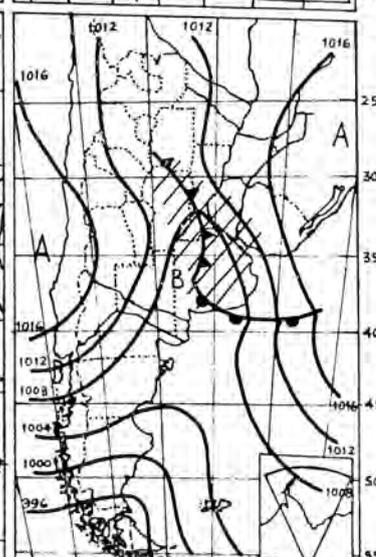


Fig. 95  
6-3-64



8-3-64: 20hs.  
Fig. 96



9-3-64  
Fig. 97

Entre la noche del 12 y 13 un nuevo frente frío pasa por Mendoza produciendo escasa precipitación mientras en gran parte del país son abundantes (Fig. 98 y 99).

El día 14 continúa una irrupción de aire seco y relativamente frío (Fig. 100) y el 15 se establece un anticiclón (1.028 mb) centrado a los 45° lat. S y 60° long. W, que al día siguiente se desplaza hacia el E (Fig. 101 y 102) produciendo un descenso de temperatura de 5°, término medio. El anticiclón lleva aire marítimo hacia las provincias del NW y centro, provocando precipitaciones, que se ven reforzadas en Mendoza por una depresión de altura que da lugar a lluvias y chaparrones intensos los cuales se prolongan hasta el día 19 y abarcan a casi toda la provincia.

El mismo 17 comienza el ascenso de temperatura por acción del anticiclón e ingreso de aire cálido del N; pero ya el 21 pasa un frente de inestabilidad que provoca fuertes precipitaciones, sin cambio en las temperaturas, que se mantienen por varios días. A todo esto, las persistentes lluvias han creado condiciones adecuadas para ataques de hongos que afectan a los viñedos: peronospora y podredumbre gris (*botrytis*). Por otra parte, y para este año, el otoño ha comenzado, no solo astronómicamente sino también climáticamente.

El 22, la parte occidental del frente frío mencionado en último término (Fig. 103) ha comenzado a retroceder y la temperatura a ascender para mantenerse así, no obstante alguna irrupción de aire frío del Pacífico, hasta el día 26.

El día 27, en Patagonia se registran fuertes vientos del W y al día siguiente es evidente la irrupción de aire frío del W, que hace descender en seis grados la temperatura en Mendoza (Fig. 104). Además del fuerte viento que afecta a la región austral del país, una vaguada procedente del S se hace sentir en Río Negro y Neuquén. Hielo, aparte de la alta montaña mendocina, en toda la Patagonia, desde el SW de Río Negro. Mendoza todavía no ha recibido el impacto del gran frío. Al día siguiente la ola se traslada al N y se producen heladas en todo el E de Buenos Aires, S de Santa Fe, San Luis y toda Mendoza. Estas dos últimas provincias son terriblemente castigadas en plena cosecha de maíz y cuando la vendimia está por comenzar. Mendoza conocerá así uno de los más grandes desastres económicos provocados por el clima (Fig. 105 a 108).

Fig. 98  
12-3-66

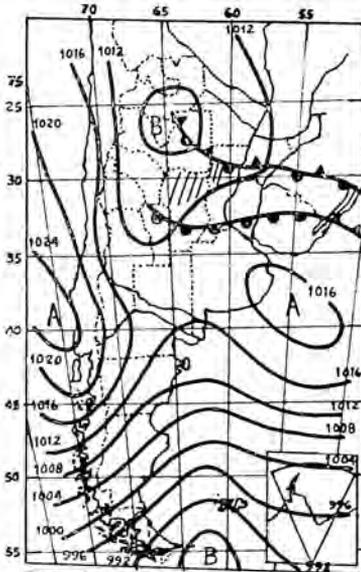
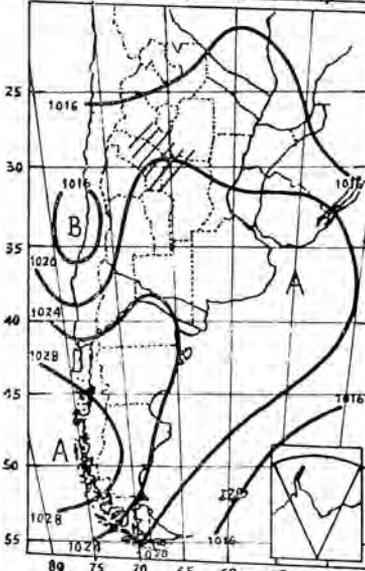
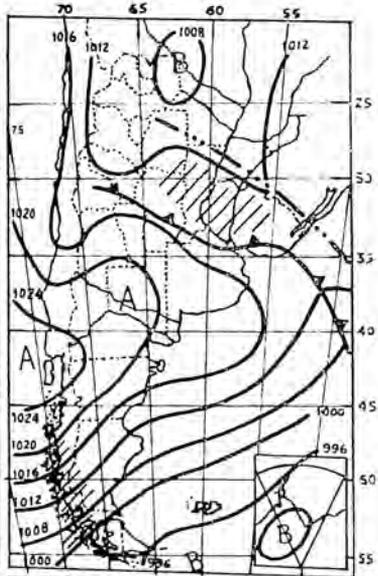
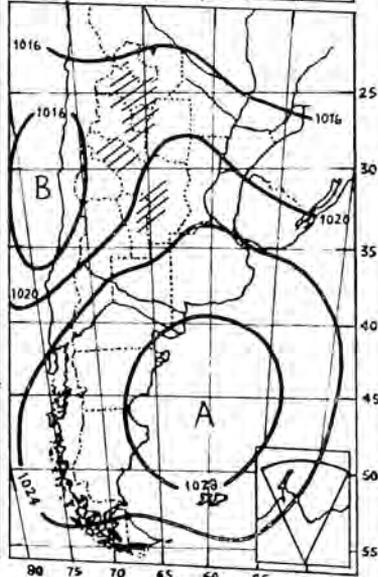


Fig. 99  
13-3-66



14-3-66  
Fig. 100



15-3-66  
Fig. 101

Fig. 102  
16-3-66

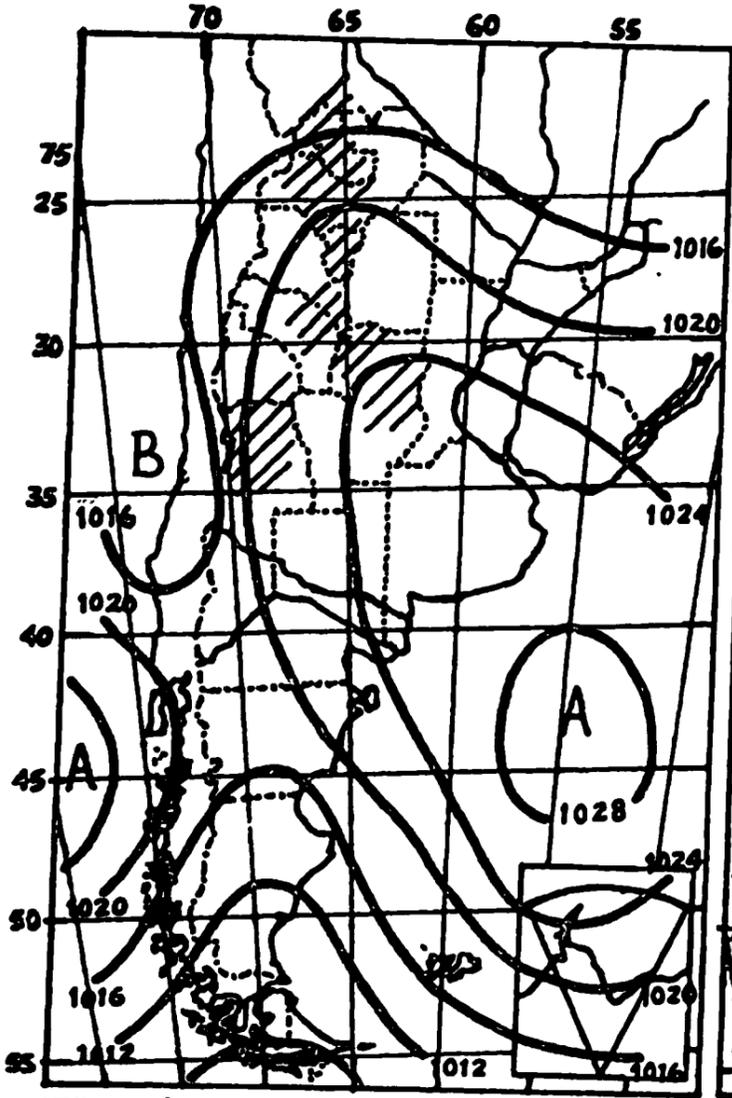
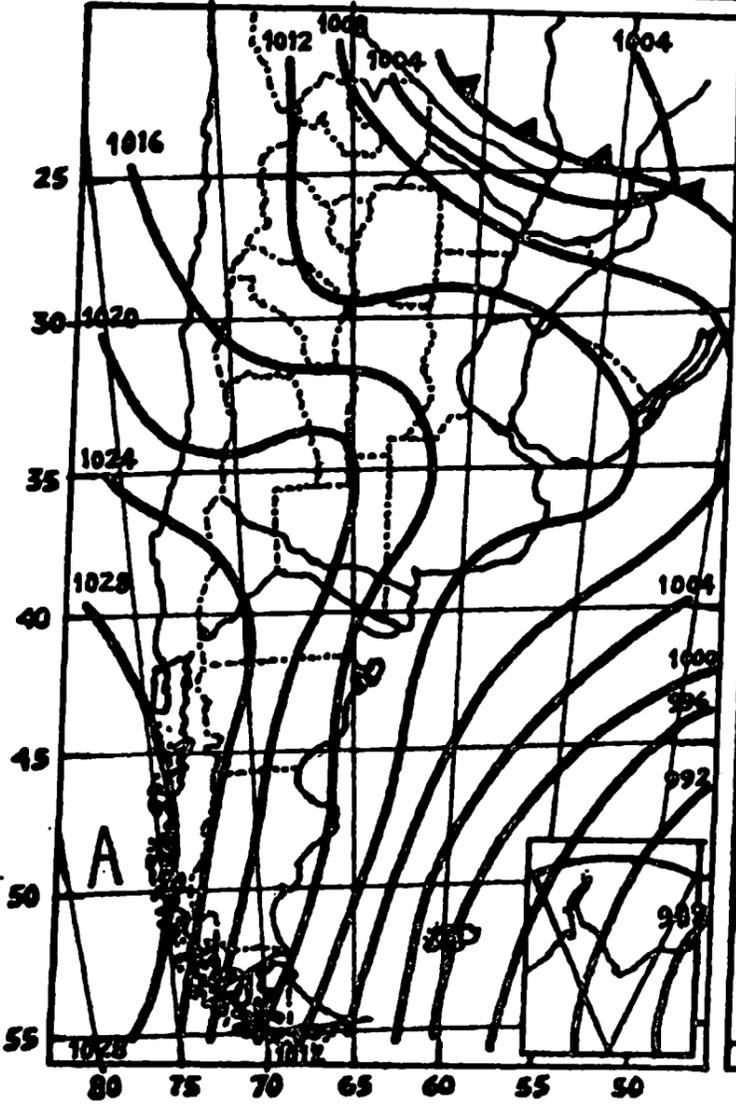
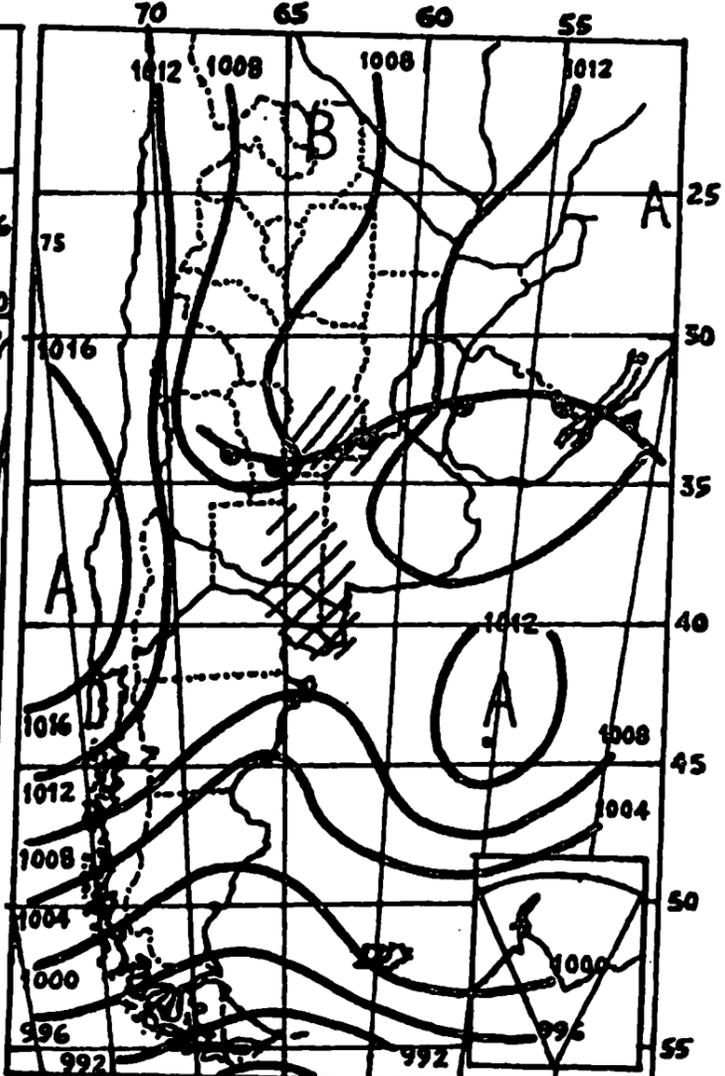
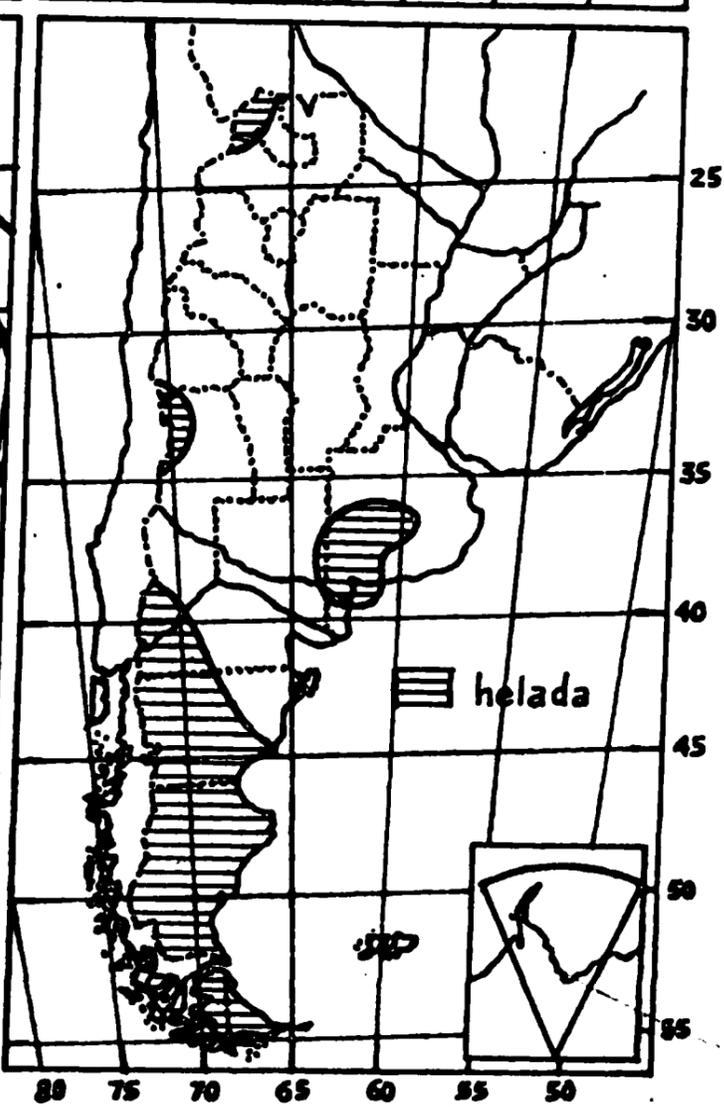


Fig. 103  
22-3-64



28-3-64  
Fig. 104



28-3-64  
Fig. 105

Un anticiclón de 1.033 mb, centrado sobre Córdoba, cubre todo el país, excepto Patagonia, mientras continúa el flujo de aire frío hacia el N y la temperatura sigue en descenso. En Mendoza, el día 26 la máxima alcanzaba 26° y tres días después la mínima desciende por debajo de cero (Fig. 109).

Oportunamente se volverá sobre los efectos de esta helada, que por haberse producido tan prematuramente produjo cuantiosas pérdidas y que ya tiene una fecha y un nombre en la historia de la economía mendocina: *la helada del 29 de marzo de 1964*. La fecha promedio, de iniciación de las heladas en Mendoza, es el 1 de mayo. Ésta ocurrió 33 días antes y produjo pérdidas por valor de cinco mil millones de pesos.

#### *Un mes de abril con heladas, granizo y lluvias*

También en los primeros días de abril las heladas pueden considerarse prematuras, incluso para el S de la provincia. El granizo es menos extraño; pero lo que llama la atención es su registro a solo 4 días de un temporal de verdadero invierno.

Producida la gran helada del día 29 de marzo, el tiempo, dominado por un anticiclón y masa de aire frío, sigue con heladas hasta el 1° de abril en el SW de la provincia; no obstante que la masa de aire frío ha comenzado a calentarse.

El anticiclón se desplaza hacia el NE y comienza a enviar aire cálido; entre el 30 de marzo y el 4 de abril las temperaturas ascienden en 10° en toda la provincia. Es en este último día cuando el paso de un frente frío produce caída de granizo en Tupungato y La Paz; es decir, en los extremos E y W de la provincia. Durante los días 5 y 6 se registran lluvias, sin mayores variantes en las temperaturas.

El día 7, el frente frío, que ya había llegado hasta el N del país, tiende a retroceder y al día siguiente el aire tropical, caluroso y húmedo, ha avanzado desde el N alcanzando la parte septentrional de Mendoza; mientras tanto, otra masa de aire, en este caso fresco y seco, proveniente del S, cubre el resto de la provincia (Fig. 110).

El aire cálido del N produce temperaturas elevadas para la época en parte de la provincia y el estancamiento del frente da lugar a precipitaciones desde el 9 al 12 del mes. En este último día, un anticiclón, con valor 1.026 mb, sobre el Pacífico, en la isla

Fig. 106  
29-3-64

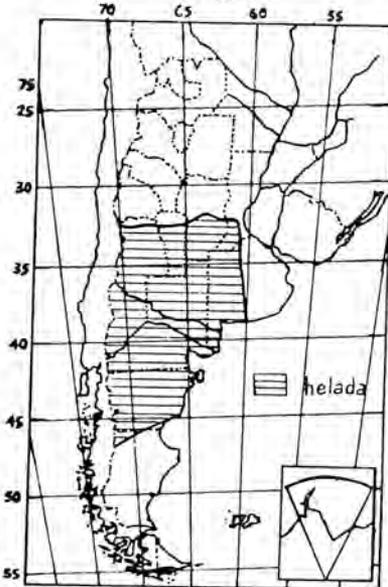
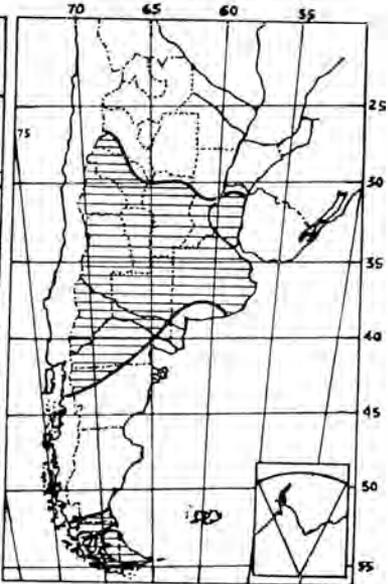
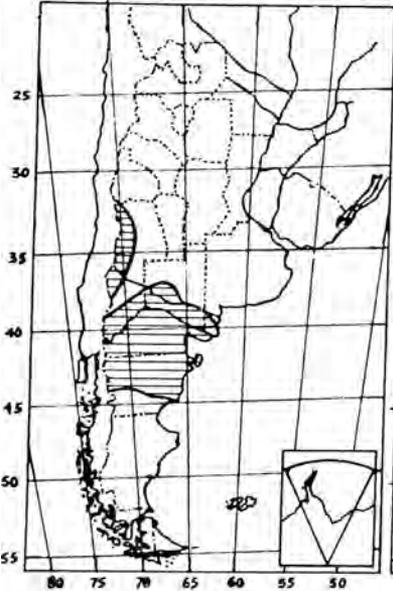


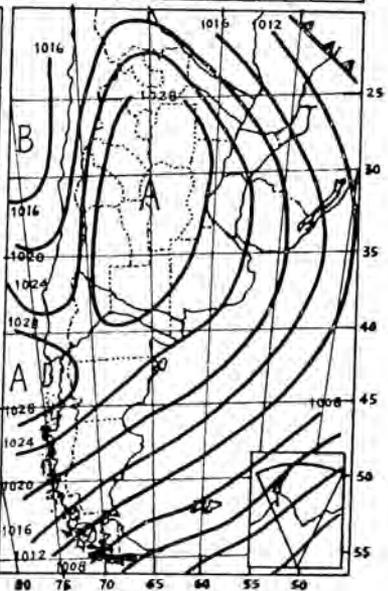
Fig. 107  
30-3-64



31-3-64  
Fig. 108



29-3-66  
Fig. 109



*La célèbre helada*

Fig.110  
8-4-64: 9hs.

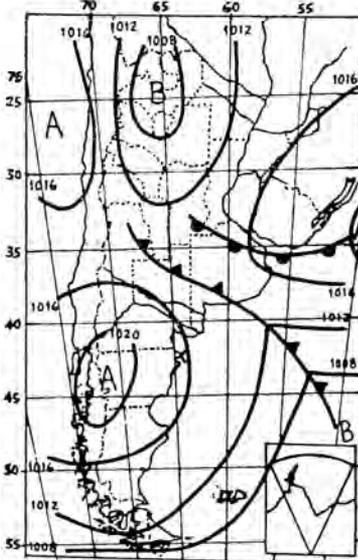
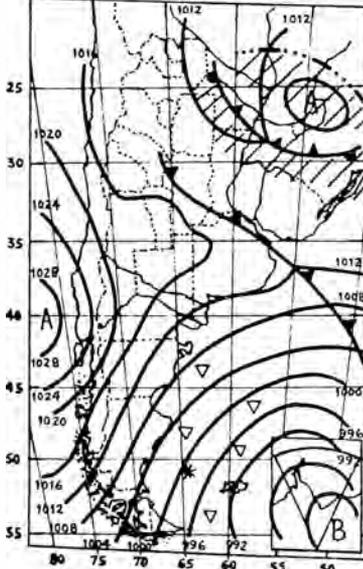
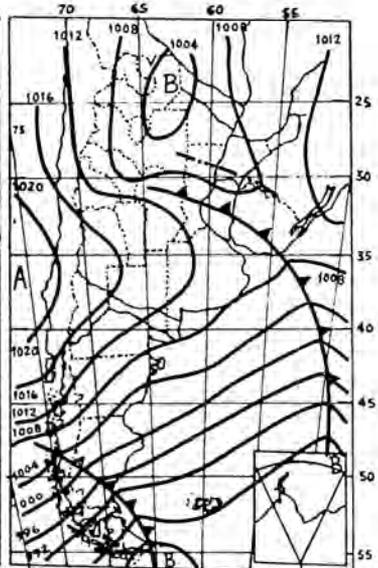
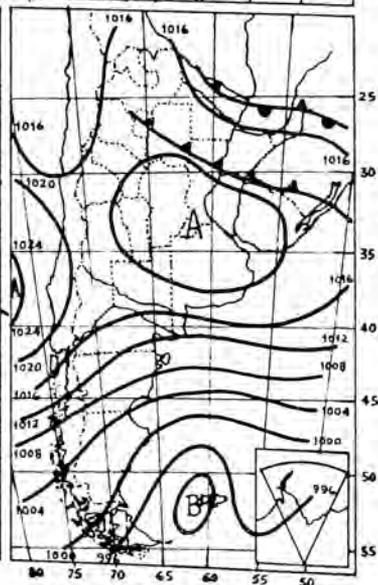


Fig.111  
12-4-64: 9hs.



16-4-64  
Fig.112



17-4-64  
Fig.113

Juan Fernández, extiende una cuña hacia el E que llega hasta el N de Buenos Aires (Fig. 111).

El 13, luego de la entrada de un nuevo sistema anticiclónico desde el SW, éste se encuentra sobre el centro del país, y el aire fresco y seco reemplaza al aire cálido y húmedo. Las temperaturas en el N, que era la zona más afectada por el aire cálido y húmedo, son inferiores a las del día anterior, no así en el resto de la provincia. El tiempo tiende a mejorar.

El 14, el paso de un frente frío, que no afecta el N de la provincia, provoca heladas en el SW (Malargüe).

El 16 comienza una irrupción de aire frío del SW provocando el descenso de la temperatura en 5°, y el 17 el anticiclón ya se encuentra sobre el N de Buenos Aires. El aire frío que la circulación anticiclónica hizo penetrar al centro del país provoca temperaturas muy bajas en algunas zonas mientras que en Mendoza se registra ascenso en el N y descensos con heladas en el S (Fig. 112 y 113).

El 18, el paso de un frente, con tendencia a estacionarse, provoca delante de él algunas precipitaciones (Fig. 114).

El día 19 se produce una nueva entrada de aire frío y altas presiones (Fig. 115) que provoca un leve descenso de temperatura y buen tiempo durante un par de días, con ascenso de temperatura.

El 23 comienza una irrupción de aire frío y al día siguiente el anticiclón domina una amplia región del país con temperaturas de 12° inferiores a la normal. En Mendoza, con relación al día anterior, las temperaturas han descendido 15° en toda la provincia y se registran heladas, excepto en el N de la planicie (Fig. 116 y 117). El día 25 la masa de aire comienza a calentarse.

Esta irrupción de aire frío con brusco descenso de temperatura marca una fecha en el desarrollo del tiempo para el año analizado. Las temperaturas máximas, que hasta ahora se mantenían, término medio, entre 20 y 25°, solo excepcionalmente pasarán de 20, manteniéndose entre 10 y 15, y las mínimas que oscilaban entre estos valores, variarán entre 10 y 5 hasta la primavera.

A modo de conclusión, trataremos de resumir los rasgos más sobresalientes del clima mendocino que acaban de manifestarse a través de los estados tipos del tiempo. Por suerte, en la descripción cronológica que acabamos de hacer, se han presentado casi la totalidad de situaciones atmosféricas posibles.

Fig. 114  
18-4-64

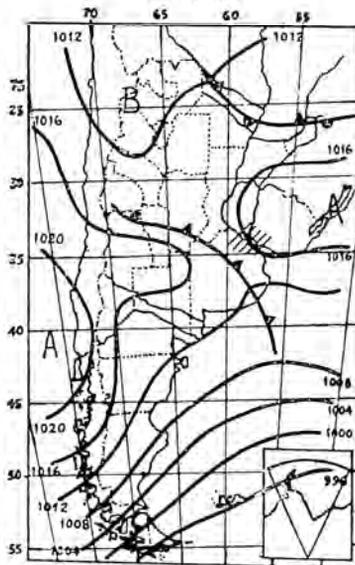
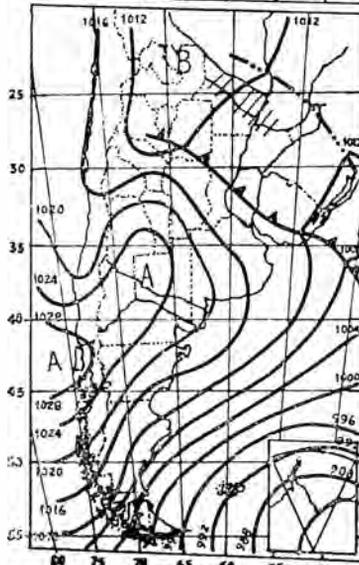
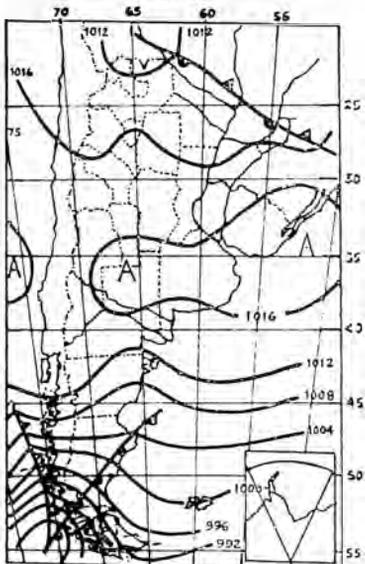
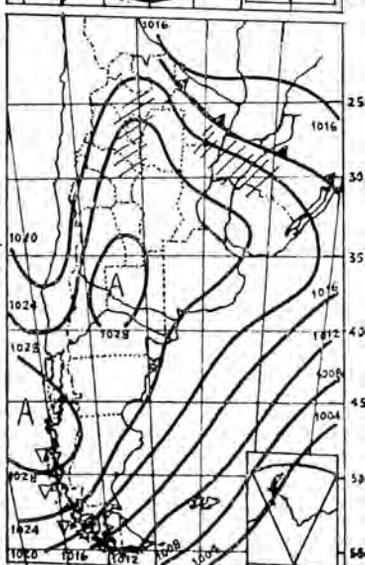


Fig. 115  
19-4-64



23-4-64  
Fig. 116



24-4-64  
Fig. 117

En primer lugar, nos parece útil hacer notar que el análisis de las cartas del tiempo ha confirmado nuestra división del año en dos épocas (máxima actividad y mínima actividad), como así también la subdivisión, desde el punto de vista térmico, en períodos (invierno, primavera, verano y otoño), con fechas de iniciación y terminación distintas a las astronómicas tradicionales.

Descartando las lluvias, cuya insuficiencia evidente ha sido superada mediante el riego, las temperaturas aparecen como el elemento más adecuado para la división en períodos. Incluso por la influencia indirecta, a través del riego, en la solución del problema fundamental de la vida mendocina. Finalmente, nos ha parecido importante fijar fechas medias de comienzo y fin de los estados de tiempo catastróficos, tales como los que producen granizo, heladas y Zonda.

Las fechas medias de comienzo y fin de las épocas y períodos son bastante regulares, admitiendo como normal un adelanto o atraso de 20 días en los estados de tiempo. Claro está que el común de las gentes es sensible a estos hechos y con frecuencia los atribuye a cambios de clima, cuando no son más que efectos del ritmo climático y que en muchos años se repiten infinidad de veces.

Hay procesos que se repiten, con diferente frecuencia, intensidad y duración, todo el año y otros que son exclusivos de determinadas épocas o períodos, tales como el Zonda, heladas, granizo, etc.

### *Síntesis*

En términos generales, los estados de tiempo y el clima mendocino se caracterizan, como corresponde a una zona templada, por el dinamismo, los grandes cambios y fuertes contrastes, con rasgos propios de cada época o período.

*La época de mínima actividad*, que coincide casi íntegramente con el invierno térmico, se caracteriza por marcados contrastes de temperaturas entre las noches y los días. Éstos son tibios a causa de la fuerte radiación favorecida por cielos despejados y bajo contenido de humedad, como así también por la frecuencia de zondas de altura. Esto explica también que muchos árboles conservan sus hojas a veces hasta la misma primavera.

Después del verano, el invierno es el período más largo (tres meses) y dentro de sus caracteres generales descritos se distingue por la mayor frecuencia y duración de estados de tiempo anticiclónico. Las masas de aire del SW, frías y secas, facilitan las heladas, y las del SE, frías y más húmedas, las precipitaciones. Los vientos Zonda, que se intercalan en la marcha general del tiempo, encajan bien dentro del carácter tibio del invierno y contrastan con las olas de frío. Por otra parte, el invierno es la estación de largos períodos de heladas, que también interrumpe el Zonda para dar paso a días primaverales o *veranitos* extemporáneos que pueden alternar con alguna nevada.

La *época de actividad máxima* comprende tres períodos, prácticamente: primavera, verano y otoño. Es muy larga y dura desde setiembre a abril, inclusive. La primavera térmica no alcanza a tres meses y se caracteriza, aparte del ascenso de temperatura, por la presentación de las primeras tormentas de truenos y relámpagos y el comienzo de las lluvias. Es muy variable y algunos calores prematuros, a los cuales no son ajenos los vientos Zonda, precipitan los procesos vegetativos, especialmente la floración de los frutales. Pero como tampoco son extraños los bruscos descensos de temperaturas y heladas tardías, la primavera es peligrosa desde el punto de vista de la agricultura. Ni siquiera las nevadas, al menos en las primeras estribaciones montañosas, son desconocidas en setiembre.

Siempre durante la primavera, octubre es un mes muy agradable. Se intensifican las lluvias; pero todavía pueden esperarse heladas. Los días son menos secos a causa de un mayor alcance de las masas de aire subtropicales.

El verano térmico, que es el período más largo de Mendoza (cuatro meses), es caluroso, con tormentas de truenos, relámpagos y chaparrones, además del granizo, que alternan con marcados descensos de temperatura. Los frentes de inestabilidad producen fuertes y prolongados estados lluviosos. El proceso más común es el siguiente: luego de un frente de inestabilidad, seguido de un frente frío, pasa el anticiclón hacia el NE, de donde comienza a enviar aire caliente y húmedo. La depresión del NW avanza hacia el S y los días se vuelven más cálidos y secos, hasta la llegada de un nuevo frente de inestabilidad, con lo cual recomienza el proceso. Los resultados son descensos térmicos, tormentas de granizo y lluvia, nieve en alta montaña.

En diciembre no son extrañas las olas de fríos extemporáneas, alternando con calores agobiantes. Las primeras retrasan los deshielos con perjuicios para la agricultura, y los segundos producen crecidas que también dan lugar a daños en los cultivos.

El otoño es un período bellissimo en Mendoza por el colorido que adquieren los árboles que van entrando en receso. Además, es sereno, soleado y tibio, pero puede ser sacudido por heladas prematuras, que alternan con granizadas, especialmente en marzo. Las irrupciones de aire frío se van haciendo más frecuentes e intensas.

Junto con la primavera, el otoño es el período más corto; dura solo dos meses. En consecuencia, Mendoza casi no tiene estaciones intermedias y los pasos del verano al invierno y viceversa, son muy bruscos.

Los grandes acontecimientos, en la marcha anual del tiempo, lo constituyen las granizadas, las heladas y los vientos Zonda, especialmente por las repercusiones de tipo económico.

## CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DE LA REGIÓN DE LAS MONTAÑAS

### CAP. III. — CARACTERES GENERALES

El análisis efectuado en los capítulos anteriores ° no deja dudas sobre la situación de Mendoza dentro de la zona templada argentina, caracterizada por un gran dinamismo atmosférico y la acción constante del frente polar.

Por otra parte, el análisis zonal, máxima generalización compatible con el mayor grado de veracidad concreta, satisface el afán de aprehender los fenómenos de conjunto y ceñir muy de cerca la realidad. Finalmente, permite conocer las bases necesarias para delimitar y explicar los climas regionales, dentro del cuadro de las leyes generales.

Los climas regionales son el resultado de la interacción de la circulación atmosférica general y factores geográficos a gran escala. En consecuencia, veremos en primer término cuáles son los factores de la geografía mendocina capaces de configurarlos.

En Mendoza se distinguen dos unidades morfológicas de primera magnitud: las montañas y las planicies (Fig. 118). A cada una de estas unidades corresponden condiciones atmosféricas diferentes, según se demostrará, comenzando con la región de las montañas.

#### *Rasgos geomorfológicos de interés climático*

La superficie total de la provincia de Mendoza es de 166.900 km<sup>2</sup>, de los cuales 53.500, o sea un tercio del total, corresponde a las montañas. La longitud de esta unidad morfológica, dentro de la provincia, es de 450 km y posee un ancho máximo de 75 y un

---

° Se alude también al primer capítulo del texto original que ha sido suprimido.

mínimo de 55. Pero no solo por la magnitud es el relieve factor climático, sino también por la forma, disposición y orientación de las distintas cordilleras que lo integran; es decir: 1) la principal o del límite; 2) la frontal, y 3) la de Uspallata o precordillera.

*La cordillera principal*, o del límite, de N a S se ensancha hasta alcanzar el máximo a la latitud del Aconcagua, el pico más alto de América, con 6.959 m. Desde este punto hasta el profundo tajo del Diamante, se estrecha hasta medir solo 20 a 25 km de ancho. Luego vuelve a extenderse hacia el E hasta alcanzar anchuras que varían entre 50 y 70 km. Desde el río Mendoza al Tunuyán las alturas máximas oscilan entre 6.200 y 5.300 m (Fig. 118 y 119). Luego de traspasar el río Diamante, donde termina la cordillera frontal, los principales picos se levantan a alturas que varían entre 5.000 m, como el volcán Sosneao, y los 3.000, como en el límite entre Mendoza y Neuquén.

“La cordillera principal tiene una densa red hidrográfica que surcó en estas rocas un relieve tupido y acentuado. Empero las bases locales de erosión están todavía a grandes alturas, ya que los canales principales del drenaje de una parte tienen que vencer los umbrales resistentes a la erosión lineal, de la cordillera frontal (Mendoza, Tunuyán y Diamante) o si no buscar salida de la montaña en trayectos muy complicados y por esto tan largos (Río Grande, Barranca). En consecuencia, las alturas relativas de la cordillera principal no son imponentes en comparación a las alturas absolutas, que son las más elevadas del hemisferio meridional. En realidad, los desniveles locales no pasan de 2.000 m y por eso los paisajes locales de la cordillera principal carecen del aspecto alpino. Los efectos de la erosión son ablandados por pliegues bastante suaves, elaborados en la roca deleznable por desmoronamientos y taludes enormes”.<sup>16</sup> Polanski ha definido a la unidad como “una región de enorme desolación y frío; es una serranía alta, agitada por ventarrones huracanados y secos. Esta montaña, abundante en agua, que proviene de la nieve y de los glaciares, es en general seca y desprovista del adorno de bosques, praderas tiernas y lagos. Las contadas lagunas de gran altura son frías y sin vida, de aguas transparentes, sin color. El paisaje se acentúa en el ambiente de maci-

---

<sup>16</sup> POLANSKI, J., *Rasgos geomorfológicos esenciales de la provincia de Mendoza*, en “Anuario”, Mendoza, I. E. T., 1952, p. 12-18.

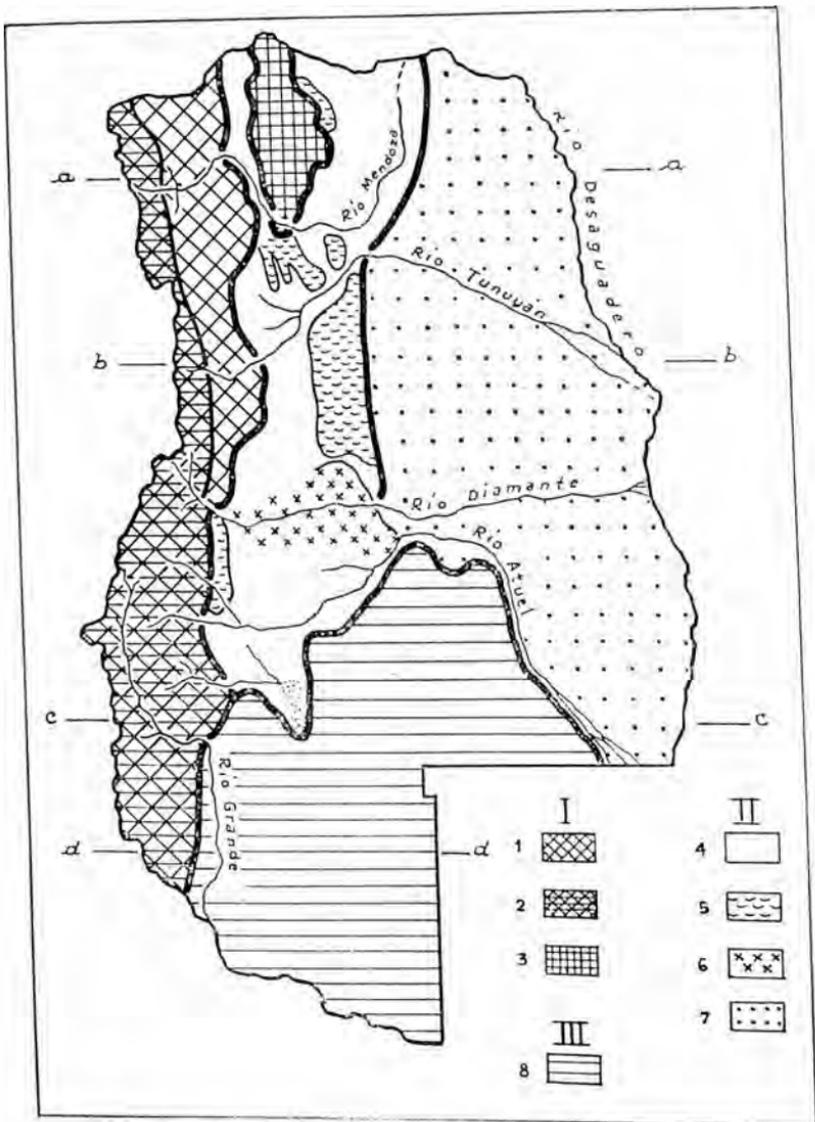


Fig. 118 — *Bosquejo geomorfológico*. I) Región de las montañas: 1) cordillera principal; 2) cordillera frontal, y 3) precordillera. II) Región de las planicies: a) piedemonte: 4) depresiones y valles; 5) bad-lands (huayquerías), y 6) macizo antiguo de San Rafael; b) 7) llanura, III) Región volcánica, de la Payunia.

zos intrusivos cuyas rocas resistentes forman detalles de textura fina dentro del panorama grandioso pero algo pesado”.<sup>17</sup>

La *cordillera principal* está coronada, especialmente al sud, de volcanes sobre los cuales se condensan las precipitaciones de nieve dando lugar a los glaciares. Tal ocurre, por ejemplo, en torno al Tupungato (6.800 m), San Juan (6.000), San José (6.070), Maipo (5.325) y Overo (4.750).

La *cordillera frontal* se encuentra, desde el Diamante al N, entre las depresiones del Tunuyán superior, Tupungato y Vacas, por el W, y el valle de Uspallata y la planicie, por el E. La integran los cordones del Tigre, Plata y Portillo y una sucesión de cumbres, luego del Tunuyán, que no configuran una cadena continua definida.

Contrariamente a la *cordillera principal*, la frontal es una estructura vieja que “existe desde el pérmico como un continente expuesto a la erosión y denudación, a razón de levantamientos epirogénicos sucesivos.

“En el centro y el poniente de la cordillera frontal se destacan morfológicamente altísimas sierras elaboradas en granito y otras rocas magmáticas que pierden su altura hacia el sud: Cordon del Tigre (5.700), del Plata (5.500 a 5.800), Santa Clara (5.460), Cerro Negro (6.000), Portillo (5.000 a 5.500), Cepillo (4.600 a 4.700) y otros.”

En suma, según descripción de Polanski, esta montaña, que acusa un pronunciado salto hacia la llanura, “rejuvenecida en forma exclusivamente brutal en el terciario superior y en el cuaternario” fue, hasta el fin del mesozoico, una especie de “continente aplanado (peniplanicie) de poca altura absoluta (sobre el nivel del mar). Las altísimas planicies supracretácicas están todavía, remanentes, en grandes alturas del cordón del Portillo (5.000 m).

“El rejuvenecimiento de erosión es debido al levantamiento de la estructura a grandes alturas, junto con el hundimiento de las zonas bajas en el naciente. En consecuencia, los desniveles alcanzan acá sus valores máximos y pasan los 3.000 m en corto trecho. La textura de las rocas es muy resistente a la meteorización, y por esto el paisaje acusa varias veces un relieve muy acentuado, con

---

<sup>17</sup> Ibidem.

sus crestones y sierras salvajes y picos elevados, con sus paredones escarpados, gargantas y quebradas impasables y cajones profundos, en cuyo fondo sombrío y estrecho saltan los ríos sobre cataratas y escalones montañosos. La virgen garganta del río Tunuyán es un ejemplo del paisaje joven. Las glaciaciones de los cordones altos dejaron en alturas mayores de 3.500 a 4.000 m formas del ciclo glacial, que alcanzó el estado de plena juventud. El paisaje glacial reciente de las alturas, sobrepuesto al paisaje joven producido por el ciclo de erosión normal en estructuras muy elevadas, armoniza perfectamente con el panorama alpino exagerado y brutal, siendo solamente desprovisto del adorno de bosques, prados y vegas verdes y del espejo de los lagos. Este paisaje alpino está elaborado en la roca desnuda en condiciones de clima semiárido.”<sup>18</sup>

En cuanto al último cordón, la *cordillera de Uspallata*, es el de menor magnitud (longitud y altura) dentro de la provincia de Mendoza. Ingresa por el norte y termina, morfológicamente, con absoluta seguridad, en el cerro de Cacheuta, luego de trasponer el río Mendoza. Sus límites W y E están constituidos por el valle de Uspallata y la planicie respectivamente. Sus alturas máximas pasan de los 3.000, término medio, y el cerro Pelado se eleva a los 3.457.

“Desde el punto de vista morfológico presenta un zócalo elevado, en cuya superficie se notan paisajes antiguos semidesérticos que alcanzaron ya en el terciario superior al estado de plena madurez y se han conservado hasta hoy. Los amplios valles se pierden en relieve denso y suave de poca altura relativa (200 a 300 m), con divisorias muy bajas y apenas visibles. Solo en los bordes, a raíz del levantamiento eocuaternario, se nota el rejuvenecimiento incipiente por la erosión retrógrada, la cual trabaja muy débilmente en esta zona seca. La parte más rejuvenecida y por lo tanto de aspecto montañoso está en el sud, al alcance de los tributarios del Río Mendoza.”<sup>19</sup>

En suma, tres cordilleras orientadas de N a S, con una disposición en *relais*; es decir, la *principal* que se extiende a todo lo largo del occidente mendocino y constituye el límite con Chile; la *frontal*, que termina en el río Diamante, y la de *Uspallata*, que culmina en el periclinal de Cacheuta, luego de pasar el río Mendoza. A causa de sus diferencias estructurales, debidas a una dis-

---

<sup>18</sup> Ibidem.

<sup>19</sup> Ibidem.

tinta evolución, acusan rasgos morfológicos disímiles que comportan diferencias climáticas; pero, por lo mismo que afectan al clima local más que al regional, serán tratadas más adelante.

### *Efectos climáticos de la montaña*

Todo clima es el resultado de la interacción de parámetros alóctonos y autóctonos. Los primeros dependen de procesos advectivos, de la acción de las diversas masas de aire, su origen, evolución, etc. Pero, como las masas de aire actúan generalmente en grandes extensiones excediendo en mucho a las unidades morfológicas, conviene ver en qué medida la cordillera actúa sobre ellas e influye o se ve influida por la planicie.

Entre los meteorólogos que han escrito sobre el particular, se *advierten tres posiciones*: 1) para algunos la cordillera de los Andes representa una línea divisoria neta; 2) para otros, carece de estos atributos, y 3) no faltan quienes vacilan sobre el particular o admiten terceras posiciones conciliadoras.

Para nosotros, la gran montaña occidental mendocina constituye no solo una unidad morfológica, sino también una unidad climática regional. Veremos qué razones asisten a cada posición.

Entre los primeros, Knoche y Borzacov opinan que "la Argentina está aislada de las influencias del oeste y Chile de las del este por la Cordillera de los Andes" que "forma un límite climático casi absoluto". Sin embargo admiten que "existen ciertas correlaciones que derivan directamente de la mencionada configuración (de los Andes), por ejemplo: los vientos de tipo foehn que raramente se producen en el norte (zonda) y que son frecuentes en el sur (pampero)".<sup>20</sup>

Para Dedeant, Argentina "se encuentra como sumergida, al amparo de la cordillera de los Andes, en medio de la gran corriente central del oeste de la circulación del planeta y de las perturbaciones del frente polar austral, acerca del cual se admite que tiene un funcionamiento mucho más puro, más regular que el frente polar boreal".<sup>21</sup>

<sup>20</sup> KNOCHE, W. y BORZACOV, V., *Situación climato-geográfica del continente sudamericano*, en "Geografía de la República Argentina", t. V, Buenos Aires, CAEA, 1946, p. 12-13.

<sup>21</sup> DEDEBANT, G., *La circulación del aire en la República Argentina. (Historia de una investigación científica)*, en "Meteoros", Año III, N° 2, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1953, p. 194.

Contra la opinión de Dedebant se levantó, en su oportunidad, y con tono polémico, la afirmación de Schwerdtfeger, según la cual sobre el acéano Pacífico, en las zonas templadas y subtropicales, al N de los 40° existen "considerables variaciones béricas que tienen su sede en las capas atmosféricas alrededor de la tropopausa, y cuyo desplazamiento está en íntima relación con las corrientes de esas alturas. Las variaciones se propagan con gran velocidad, desde el oeste hacia el este, y pasan fácilmente por encima de las regiones más altas de la cordillera".<sup>22</sup>

Frente a la opinión de Dedebant de "que la cordillera, al norte del paralelo 36, resulta infranqueable", Schwerdtfeger, sin negar los efectos sobre los sistemas alobéricos (formación y deformación), "sobre todo la formación de una depresión bérica en sotavento de la montaña, cuando se intensifica la corriente zonal en las capas inferiores y medias de la troposfera", deja en claro "que aun la parte más alta de la cadena de los Andes tiene poca influencia sobre aquellas variaciones béricas que tienen su sede en la tropopausa o más arriba, y que es grande la frecuencia de situaciones generales, por lo menos en el invierno, en las que esas variaciones béricas son las dominantes".<sup>23</sup>

Prohaska, luego de admitir que generalmente las altas montañas constituyen líneas divisorias del clima, especialmente las orientadas perpendicularmente respecto de los vientos dominantes, discrimina entre montañas de zonas templadas y subtropicales. Concluye, finalmente, que un cordón montañoso no es bastante eficiente como divisoria climática en zonas subtropicales. Lo mismo ocurre en las zonas templadas cuando las montañas tienen el nivel medio de sus cumbres más elevadas por encima del nivel inferior de la tropopausa. Las cumbres quedan sumergidas dentro de la circulación planetaria de los vientos del oeste.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> SCHWERDTFEGER, W., *Valoración de posibles observaciones meteorológicas en el océano Pacífico, al oeste de Chile, para la previsión del tiempo en la Argentina*, en "Meteoros", Año IV, N° 1-2, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1954, p. 101.

<sup>23</sup> Ibidem.

<sup>24</sup> PROHASKA, F., *Algunos aspectos del clima de la alta cordillera y de la Puna argentina*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. VIII, N° 30, Mendoza, Instituto de Geografía, 1961, p. 21-30.

Los sistemas alobáricos con sede en las capas superiores de la tropopausa o más altos, tienen una extensión del orden de los 1.000 km y en determinadas circunstancias meteorológicas generales, durante el invierno de las zonas templadas de Sudamérica, es frecuente que se desplacen hacia el E con una velocidad de 100 km/h.<sup>25</sup>

De sus investigaciones relativas a la alta cordillera y la Puna, Prohaska ha concluido que, como en todas las montañas del mundo, existen las clásicas brisas de montaña y de valle, nocturna y diurna. Pero, en el caso de los Andes, a éstas se superpone, como en la Puna, o las elimina directamente, un movimiento de masa de aire de la montaña al valle que prevalece durante todo el invierno y no solo durante la noche y, a la inversa, una de valle a la montaña que no solo es diurna sino que prevalece toda la estación cálida.

En el caso concreto de los Andes mendocinos, lo dicho únicamente tiene valor al norte de Cristo Redentor, pues desde esta localidad al sud predominan procesos típicos de las zonas templadas que hacen desaparecer las situaciones descritas para el invierno. El predominio de los procesos de la zona templada se manifiesta por la mayor nubosidad y variabilidad del tiempo.<sup>26</sup>

Ahora bien, los movimientos de masas señalados para el verano y el invierno se cumplen en el norte de Mendoza, hasta las proximidades de Cristo Redentor (es difícil sin observaciones fijar límites precisos) y la situación de invierno predispone a la atmósfera para el desarrollo de vientos föehn (Zonda). Esto vendría a explicar el hecho de que éstos sean más frecuentes e intensos, desde el valle del río Mendoza, al norte que al sud.

De acuerdo con Díaz, los efectos dinámicos de la cordillera se manifiestan claramente en las variaciones de presiones en la Argentina y en la magnitud de las anomalías de las mismas. Más claramente, entre los factores perturbadores del campo barométrico argentino, ocupa un lugar importante el efecto dinámico de la cordillera de los Andes.

---

<sup>25</sup> SCHWERDTFEGER, W., *Acerca del carácter de ciertas variaciones de la presión atmosférica*, en "Meteoros", Año V, N° 1-2, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1955, p. 87-90.

<sup>26</sup> PROHASKA, F., *Algunos aspectos...*, cit.

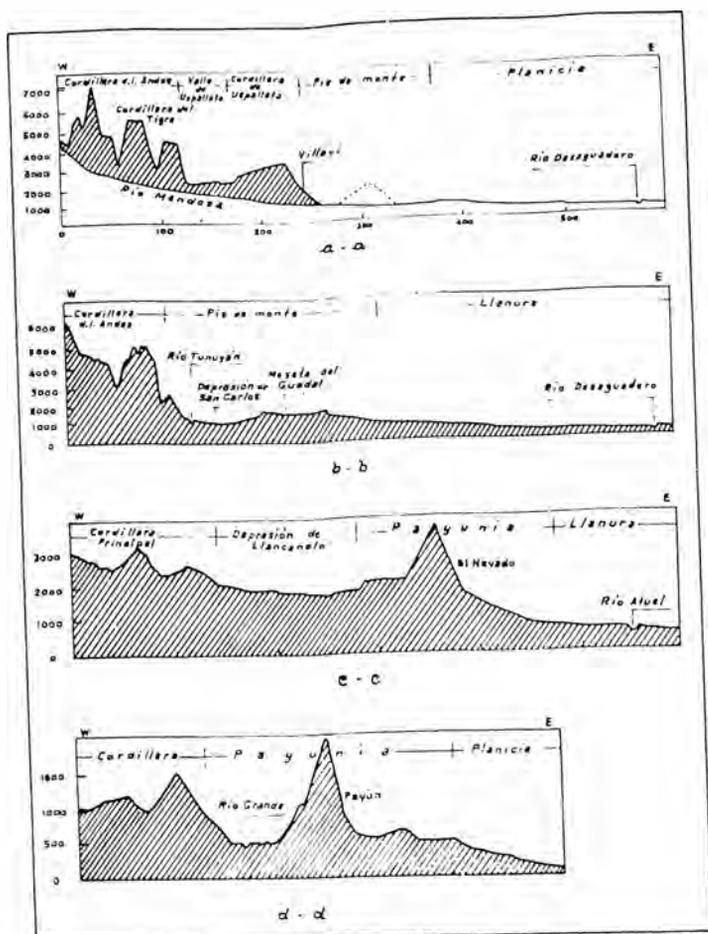


FIG. 119 — Perfiles topográficos correspondientes al bosquejo geomorfológico (Fig. 118).

La enorme mole cordillerana, que se levanta como una pared dentro de la zona templada, ante las masas de aire que fluyen del oeste, las obliga a ascender con el consiguiente decrecimiento de la vorticidad relativa. En estas condiciones, las isobaras, consideradas como líneas de corriente, tienden a curvarse anticiclónicamente en la zona de ascenso. "Contrariamente, al E de la cordi-

llera, con el descenso del aire se produce el aumento de la vorticidad y las isobaras se curvan ciclónicamente".<sup>27</sup>

En suma, "la variación negativa de la presión... al este de la cordillera" es correlativa de "los aumentos de gradiente barométrico a lo largo de la costa del Pacífico (intensificación de la circulación del oeste) y viceversa".<sup>28</sup>

En conclusión: 1º) "Las alteraciones del gradiente barométrico latitudinal en superficie, en las costas del Pacífico, se traducen en variaciones de la presión del lado oriental de los Andes. Un aumento de gradiente produce un descenso de la presión y, a la inversa, una disminución de gradiente un ascenso.

"2º) Una disminución de gradiente en la costa del Pacífico, debida a un descenso de la presión en la parte norte, tiene un efecto anticiclo-genético sobre la región al este de la Cordillera."<sup>29</sup>

Díaz ha calculado que el 50 % de las variaciones de la presión en la Argentina son controladas por efecto dinámico de la cordillera y por la propagación de las perturbaciones del oeste al este de la montaña.

Ciertos sistemas alobáricos pueden pasar a gran altura; es decir a niveles superiores del gran murallón sin sufrir mayores transformaciones. Es justamente el caso del sistema alobárico generador de la presión dinámica del NE analizada por Schwerdtfeger, producida entre el 1 y 4 de octubre de 1950, presentada en el primer capítulo.<sup>o</sup>

El paso del sistema sobre la cordillera, sin mayores transformaciones, es más notable todavía pues se realizó no transversalmente, sino de S a N, desde los 40º de latitud S a los 27º; es decir, un recorrido de unos 1.500 km.

Los casos que han sido presentados demuestran que la cordillera de los Andes no es una barrera climática infranqueable. Los procesos meteorológicos, como acaba de verse, se propagan a través de las montañas y a veces lo hacen sin sufrir transformaciones sustanciales. Por lo demás no podría ser una barrera infranqueable desde el punto de vista climático, por cuanto los climas, contrariamente a los procesos meteorológicos, no son migratorios.

<sup>27</sup> DÍAZ, E. L., *El efecto dinámico de la Cordillera de los Andes y el aislamiento de la acción perturbadora regional y superior*, en "Meteoros", Año III, N° 1, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1953, p. 1 y sig.

<sup>28</sup> Ibidem, p. 9.

<sup>29</sup> Ibidem.

<sup>o</sup> Capítulo suprimido.

Todo cuanto se acaba de decir guarda relación con los factores advectivos y no abona mucho en favor de la tesis del clima regional propia de la montaña; pero falta analizar, todavía, los factores autóctonos.

Estos últimos "son función de la ubicación geográfica y de los factores ambientales; es decir, de la latitud, altura sobre el nivel del mar, configuración del terreno, estado y tipo de la superficie del suelo, etc. y de ellos dependen, entre otros, la intensidad de la radiación solar y terrestre en el límite entre la tierra y atmósfera, el albedo, la masa de la atmósfera sobre el lugar, las circulaciones locales como la de la montaña y valle, y brisa de mar y tierra".<sup>30</sup>

Enfocado de tal manera el problema, no caben dudas de que con relación a las regiones circundantes, la cordillera reúne las condiciones necesarias para poseer su propio clima y no ser una simple línea divisoria entre otras unidades climáticas. Dentro de su heterogeneidad, además, la unidad andina posee condiciones de extensión y homogeneidad para configurar un verdadero clima regional, distinto del de las unidades morfológicas circundantes, a cualquier latitud de su enorme extensión en el territorio mendocino.

En consecuencia, no obstante la enorme extensión que ocupa y la variedad de altitudes y formas de las cordilleras mendocinas, hay rasgos climáticos comunes a toda la montaña que definen perfectamente su clima regional. Entre ellos, la dependencia primordial de los centros de acción del Pacífico, en contraposición a los del Atlántico, que influyen marcadamente en el clima de la planicie. Desde el punto de vista de las precipitaciones, se distingue por su régimen nival de invierno, a diferencia del pluvial de verano de la planicie, a excepción del valle de Uspallata y la precordillera cuyo régimen es de transición. En segundo lugar, cabe destacar el carácter francamente glaciario que las temperaturas de las montañas alcanzan a ciertas altitudes y la violencia de sus vientos.

Es necesario advertir que ninguna de las dos unidades climáticas bosquejadas, la de la montaña y la planicie, son exclusivamente mendocinas. Ambas se extienden mucho más allá del territorio provincial.

---

<sup>30</sup> PROHASKA, F., *Factores advectivos en el clima de la Puna argentina*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. IX, N° 35, Instituto de Geografía, 1962, p. 43-53.

### *Caracteres climáticos*

La caracterización climática de las montañas se hará de acuerdo con los elementos más significativos y, fundamentalmente, con los escasos datos disponibles. De todas maneras, aparte de las estadísticas, se recurrirá a distintos elementos de juicio de tipo físico, biológico y humano.

Las cordilleras mendocinas constituyen inmensos vacíos humanos a causa, en primer lugar, del clima. Los factores más negativos son la temperatura y la humedad.

El estudio del régimen térmico es difícil por cuanto las únicas observaciones, si se exceptúan las de Cristo Redentor, corresponden a estaciones meteorológicas instaladas en el fondo profundo de los valles y poco expresan de las características del resto de las montañas.

En forma general, hay solo un par de datos para poder trazar un perfil térmico de la montaña. En primer lugar, sabemos, por la distribución de los hielos perennes, que hay un límite que oscila entre los 5.000 m de altitud en el N y 4.000 en el S, a partir del cual las nieves no se funden sino que se convierten en hielo. Pero, es bien sabido que la formación de éste no es solo función de las temperaturas sino también de las precipitaciones. De otro modo, no dependen exclusivamente del calor sino de un delicado balance glacial. En consecuencia, si bien el límite inferior del hielo define bien un piso climático, no lo hace de la misma manera respecto de las temperaturas.

Otro índice más preciso está constituido por el desarrollo de la vegetación. Según éste, habría un límite térmico cuya altitud se encuentra a los 4.500 m en el norte y los 4.000 en el sud. Dentro de estos niveles generales se admiten todas las inflexiones posibles determinadas por factores de exposición, suelos, etc.

Otros elementos de juicio los constituyen los límites a partir de los cuales las precipitaciones de nieve son sustituidas por las de lluvia y lloviznas, los procesos periglaciares, etc.; pero las observaciones realizadas son escasas, por tanto de valor reducido y serán dadas a conocer en ocasión del estudio de los climas locales.

Finalmente, puede recurrirse a procedimientos teóricos, tales como los gradientes térmicos. Pero, en este caso, conviene no ajustarse a los gradientes típicos de la atmósfera *standard*, sino parcelar la curva teórica de acuerdo con las observaciones reales efec-

tuadas en observatorios tales como Cristo Redentor, Puente del Inca, Uspallata, Villavicencio, Cacheuta y Mendoza, por cuanto hay muchos factores propios de la montaña que alteran el esquema térmico *standard*. Por otra parte, el provecho que puede obtenerse se refiere al comportamiento de la temperatura y no a su valor.

Una primera comprobación al respecto la ha realizado Pietrzykowski en su trabajo relativo a la *Variación de la temperatura de la atmósfera en la Argentina*.<sup>31</sup>

Este autor, basándose en 600 observaciones con meteorógrafo ha concluido que "resulta difícil deducir algo concreto para la región de Cuyo, donde la influencia de la Cordillera de los Andes es muy marcada", sobre la variación anual de la temperatura.

Comparando el valor medio anual de Cristo Redentor con los valores calculados para la misma altura y región en la atmósfera libre, se advierte igualdad; pero difieren en la marcha anual a causa de la insolación y fuerte irradiación invernal. En la figura adjunta puede verse de qué modo se cruzan las curvas de temperatura máxima y mínima de Cristo Redentor y de la atmósfera libre (Fig. 120).

En cuanto a la variación diaria, las temperaturas están muy influenciadas por la topografía para que puedan identificarse con las de la atmósfera libre.

En general, se puede decir no solo que en la cordillera y en toda Mendoza la amplitud es grande, sino también mayor que la de la atmósfera libre.

La amplitud térmica disminuye sobre las superficies convexas y aumenta en las cóncavas en función de los movimientos de masas de aire de acuerdo con su mayor o menor recalentamiento y consecuente aumento o disminución de la densidad. En las superficies cóncavas se acumula el aire enfriado y se estanca durante la noche, mientras que durante el día sufre calentamientos. De aquí la posibilidad de realizar una primera distinción entre climas locales de altas cumbres, violentamente azotados por los vientos en forma permanente; de las altiplanicies, donde adquiere importancia el factor radiación e irradiación; y de los valles profundos, centros de estancamiento nocturno del aire y recalentamiento diurno.

---

<sup>31</sup> PIETRZYKOWSKI, K., *Variación de la temperatura de la atmósfera en la Argentina*, en "Meteoros", Año V, N° 4, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1955, p. 363.

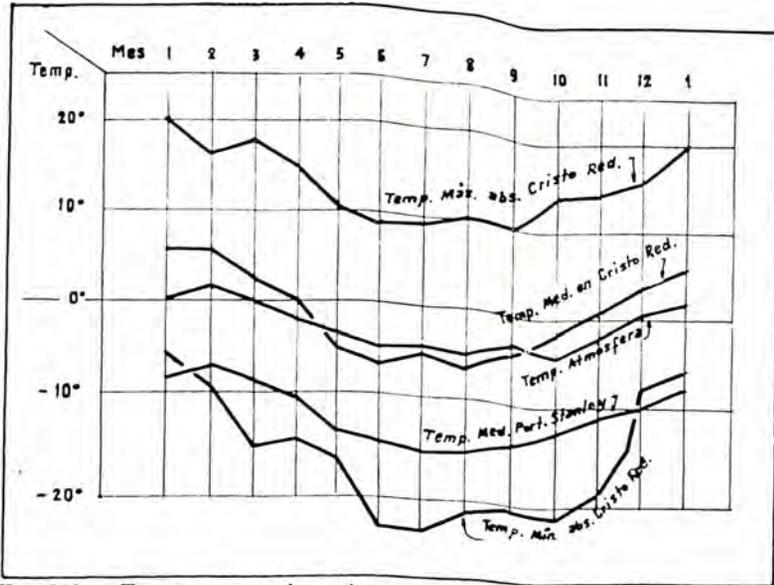


FIG. 120 — Temperatura media, máxima y mínima absoluta y de la atmósfera libre en Cristo Redentor y temperatura media de Port Stanley, según K. Pietrzykowski.

En consecuencia, se presentan en la tabla siguiente —calculada por Prohaska y Ugarteche— no solo los gradientes térmicos entre los diversos observatorios de la montaña o la planicie vecina, sino también los correspondientes al verano y al invierno, procurando suministrar un elemento de juicio lo más estricto posible para la interpretación del clima andino y su posible aplicación a otros lugares de la misma montaña.

TABLA Nº 7. — Tabla calculada por Prohaska-Ugarteche.

Cuadro I. — Gradiente vertical de la temperatura, en enero, entre estaciones:  
a) De llanura y de cuesta o paso:

Estación	Altura	Estación	Altura	Dif. alt. °C/100m
Cristo Redentor	3832	Villavicencio	1783	2049 0,62
Villavicencio	1783	Mendoza	827	956 0,65
Cristo Redentor	3832	Mendoza	827	3005 0,63
Cristo Redentor	3832	Los Andes (Chile)	816	3016 0,60

b) De llanura y altiplanicie o valle de altura:

Estación	Altura	Estación	Altura	Dif. alt. °C/100m
Cacheuta	1237	Mendoza	827	410 0,49

Cuadro II. — Gradiente vertical de la temperatura en julio:

<i>Estación</i>	<i>Estación</i>	<i>°C/100m</i>
Cristo Redentor	Los Andes (Chile)	0,51
Cristo Redentor	Mendoza	0,44
Villavicencio	Mendoza	0,11
Cacheuta	Mendoza	0,20
Cristo Redentor	Villavicencio	0,58

Los autores de la tabla<sup>32</sup> hacen notar de qué manera todos los gradientes del invierno presentan la disminución típica de los climas continentales. Los del verano están sujetos a las condiciones orográficas. Los primeros muestran una mayor sujeción a las condiciones locales, y son más variables por tanto sobre todo para las localidades bajas puesto que dependen de la inversión térmica. Cuando los gradientes no están influenciados por ésta, se asemejan a los del verano, como se los puede observar en los relativos a Cristo Redentor-Villavicencio y Cristo Redentor-Los Andes (Chile).

Finalmente, hacen notar el parecido entre los gradientes a uno y otro lado de la cordillera. “Estos valores se encuentran, por supuesto, solamente sobre la región de la inversión, la cual en verano está situada como inversión dinámica en la costa pacífica... y en el invierno, como inversión de radiación en el lado oriental de la cordillera (Mendoza-Villavicencio: 0,1)”.

Los gradientes calculados por Knoche y Borzacov<sup>33</sup> presentan ligeras variantes respecto de los que preceden, y señalan el hecho de que la pendiente oriental, que es más seca, tiene un gradiente mayor que la occidental, más húmeda. Finalmente, y como dato muy interesante, fundándose en las condiciones relativas a los años 1938 y 1939, destacan que “la marcha anual de la temperatura es sincrónica en Cristo Redentor y en Mendoza”. Luego suponen, con un gran margen de duda, por falta de datos, “que la temperatura de Mendoza está dirigida por la de Cristo Redentor y la de las altas cumbres de la cordillera (nevadas y temperaturas cordilleras)”. En verdad, parece ser necesaria mucha intrepidez para una afirmación semejante con tan pocos testimonios.

<sup>32</sup> PROHASKA, F. y UGARTECHE, M. T., *Gradiente vertical de temperatura en la zona central de la cordillera*, en “*Meteoros*”, Año I, N° 4, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1951, p. 342-343.

<sup>33</sup> KNOCHE, W. y BORZACOV, V., *Temperatura*, en “*Geografía de la República Argentina*”, t. V, Buenos Aires, GAEA, 1946, p. 168.

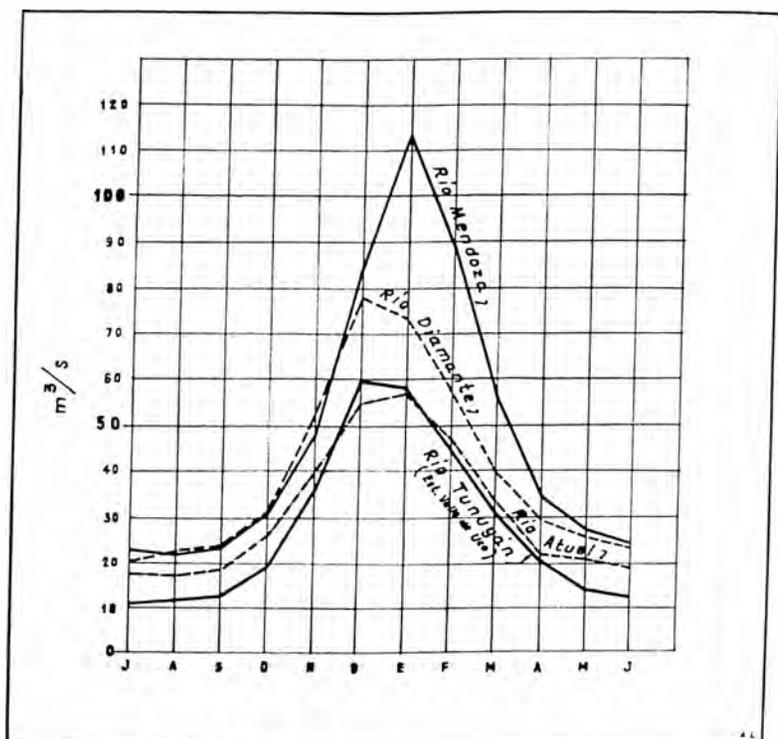


FIG. 121 — Caudales medios mensuales de los principales ríos.

A falta de datos más adecuados, las curvas de caudales de los ríos mendocinos, fruto de la fusión de hielos y nieves, dan una idea de la marcha anual de las temperaturas (Fig. 121).

En cuanto a las precipitaciones, la distribución en la cordillera es mal conocida. Las mediciones se realizan mediante nivómetros o pluviométricos totalizadores, escasos, deficientemente atendidos y mal ubicados. En consecuencia, los valores son dudosos. Aun en aquellos lugares donde existen observatorios permanentes, como en Cristo Redentor y Puente del Inca, las observaciones son dudosas y el Servicio Meteorológico ha suprimido los datos de sus estadísticas.

Los cateos de nieve realizados por Agua y Energía e Irrigación de la Provincia se refieren a las acumulaciones en las cuencas, las

cuales no son iguales a las precipitaciones en la zona. Gran parte de la nieve de un lugar es a veces acarreada por el viento, desde otros muy lejanos, aun en días sin precipitaciones.

No todas estas deficiencias son imputables a los organismos encargados de las observaciones, sino a las dificultades propias del medio. El más claro ejemplo lo constituye Cristo Redentor. Aquí las precipitaciones se producen generalmente con vientos muy fuertes y la nieve se acumula tan caprichosamente que toda medida resulta casi imposible.

El mapa de precipitaciones que se reproduce (Fig. 122), ha sido confeccionado por De Fina,<sup>34</sup> quien ha realizado una excelente y minuciosa labor, obteniendo los mejores resultados hasta la fecha. Sin embargo, el alto porcentaje de valores interpolados o calculados a base de un número mínimo de datos reales lo torna bastante teórico. De todas maneras es un meritorio trabajo que suministra una visión general bastante aceptable.

Pueden observarse en dicho mapa los dos sectores de precipitación de los Andes. El primero, hasta los 34°, de escasas precipitaciones, y el segundo, abundantes, sobre el resto de las montañas. En la primera sección las precipitaciones oscilan entre 200 y poco más de 600 mm anuales de nieve. Además, ésta se encuentra claramente subdividida por el surco del río Mendoza, que junto con la disminución de altura introduce un descenso de las precipitaciones, tal como lo muestra la profunda inflexión hacia el W de las isohietas de 200 y 300 mm. La isohieta de 400 mm encierra, además, el grupo de altas cumbres glaciadas y planos que al N del río Mendoza rodean al Aconcagua.

La segunda subsección, entre el río Mendoza y el Tunuyán, es ligeramente más nivosa que la anterior. La isohieta de 400 mm muestra una inflexión hacia el W siguiendo los valles del Tupungato y el Tunuyán y encierra, además, los centros glaciares del Cº Tupungato y sus vecinos, hasta Nieves Negras, en las nacientes del Tunuyán.

La segunda sección, con precipitaciones que oscilan entre 400 y 1.000 mm, tiene sus isohietas dispuestas en forma concéntrica al Cº Planchón (3.970 m/nm).

Puede observarse en este sector la gran disminución de las pre-

---

<sup>34</sup> DE FINA y otros, *op. cit.*

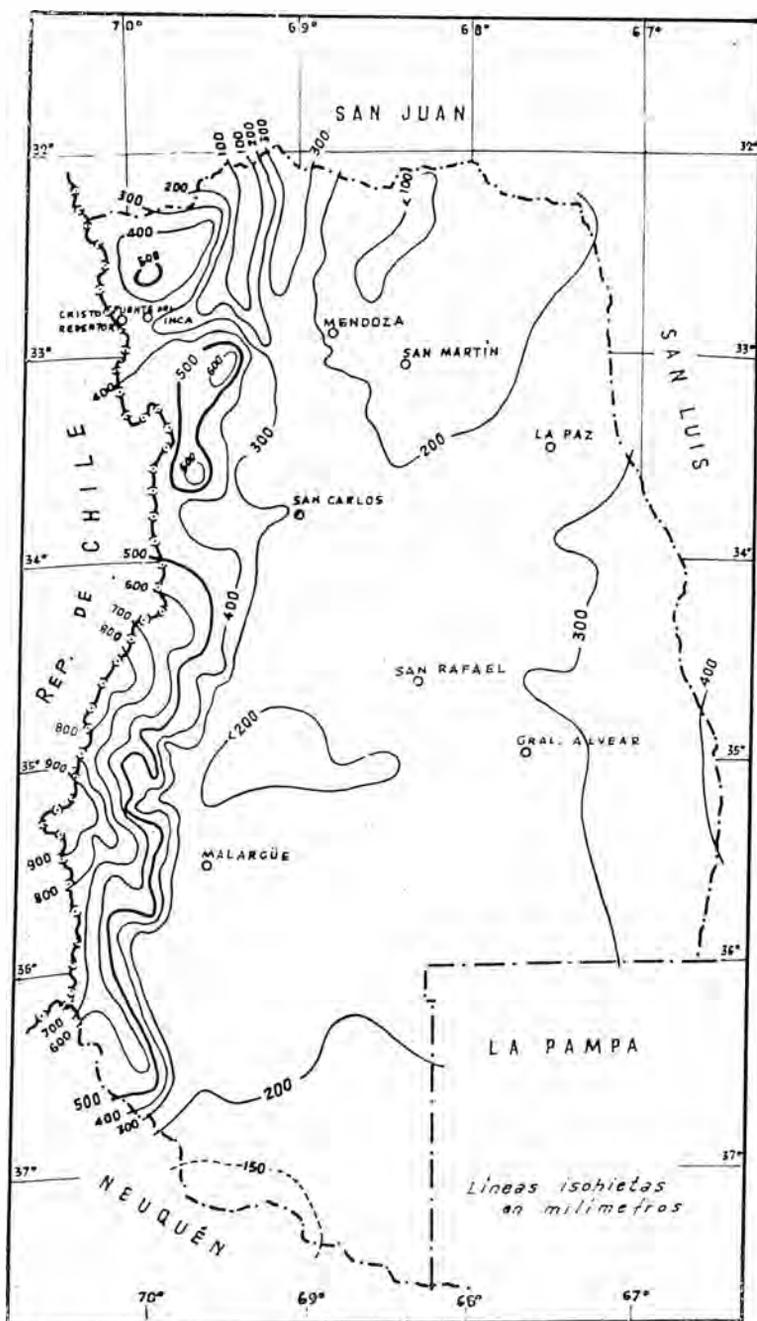


FIG. 122 — Precipitación media anual, según A. L. De Fina y otros.

precipitaciones hacia el W. En solo 40 km descienden de 1.000 a 800 mm y a los 70 km se han reducido a menos de la mitad.

Tal fenómeno no se observa en la primera sección porque el gran cambio se ha producido del lado chileno; es decir, fuera de nuestro mapa. El ejemplo más típico es el que puede observarse desde Cristo Redentor. Aún en pleno verano, los cerros Alto de los Leones, del lado chileno, presentan el flanco oriental cubierto de nieve, mientras que del lado argentino ha desaparecido totalmente y solo en las altas cumbres del Tolosa, Pan de Azúcar y algún otro cerro aislado se observan pequeñas manchas blancas y un reducido glaciar.

En cuanto al régimen de las precipitaciones, es típicamente invernal, como en la costa del Pacífico, de cuyo sistema depende. Hay excepciones, como lo demuestran los gráficos de Uspallata y Villavicencio, pero ya con un régimen de transición o francamente estival. El invernal puede darse por terminado, en el valle del río Mendoza, a los 2.200 m s/nm, entre los arroyos Picheuta y Cortaderas. Las máximas precipitaciones nivales culminan ya en Punta de Vacas. En el valle del río Atuel el régimen de precipitaciones invernales termina entre la laguna del Sosneao y la estancia del mismo nombre, a los 1.800 m de altura.

De todas maneras la nieve se registra también durante el verano y su frecuencia no es mucho menor que la del invierno: lo que cambia es la cantidad precipitada, la duración de los temporales y la celeridad de la fusión.

Por otra parte, las precipitaciones son sumamente variables, tanto en el tiempo como en el espacio. Así, por ejemplo, en la quebrada de Matienzo se puede calcular una precipitación media entre 600 y 700 mm; pero con valores extremos que oscilan entre 2.000 y 200. Muy ilustrativo resulta, aunque tengamos derecho a dudar de la exactitud de las cifras, el cuadro (p. 105) de precipitaciones relativo a Cristo Redentor.

Otro ejemplo muy interesante lo suministra el nivómetro de Mina del Burrero, a los 34° 04' de latitud S y 70° 14' de longitud W, donde, según registros correspondientes al período comprendido entre el 11 de marzo de 1939 y el 12 de marzo de 1940, cayeron 425 mm de nieve, mientras que en un lugar muy próximo, en Valle Hermoso, con un nivómetro instalado a los 35° 13' S y 70° 15' W, entre el 14 de marzo de 1939 y el 13 de marzo de 1940, se registraron 1.000 mm.

*Precipitaciones en mm*

<i>Año</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>Año</i>
1935 .....	0.0	—	0.0	—	—	—	7.5	—	73.9	32.2	0.4	0.0	—
1936 .....	0.0	0.5	0.0	85.0	157.4	32.4	56.0	78.2	20.3	19.3	19.6	3.0	471.7
1937 .....	3.0	3.8	0.0	2.2	152.0	51.8	96.0	167.9	25.7	25.0	11.7	0.0	539.1
1938 .....	6.4	20.1	42.3	12.8	74.6	9.4	62.7	2.3	3.4	8.3	1.6	7.9	251.5
1939 .....	36.0	10.4	1.3	0.0	52.5	35.7	27.0	70.9	121.6	29.8	3.7	23.0	302.9
1940 .....	0.6	10.1	4.4	11.0	42.2	69.0	36.0	0.0	0.0	0.0	—	—	—
1946 .....	0.0	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1947 .....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1948 .....	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—	—	—

Dada la caprichosa distribución de la nieve impuesta por fuertes vientos que generalmente acompañan o siguen a las nevadas, el valor del escurrimiento de los ríos andinos no es adecuado para una evaluación de la distribución de las precipitaciones. De todas maneras, y por la importancia que las precipitaciones revisten para la economía mendocina, en función de la nieve acumulada, cualquiera sea el medio de arribo a las cuencas hídricas, los servicios oficiales han elaborado un método de predicción de caudales con una exactitud realmente admirable.

A falta de mejores datos sobre la marcha del tiempo en la alta montaña, las curvas de caudales de los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel, dan idea sobre lo ocurrido a través de las relaciones temperaturas, determinante de la fusión, y la cantidad de nieve precipitada en un período de doce años (Fig. 123).

Al estudiar los climas locales se precisarán mayores detalles, especialmente sobre aquellos puntos en los cuales existen observatorios permanentes.

Otro rasgo singular de las montañas son los temporales. El viento es muy constante en determinados lugares y normalmente fuerte pudiendo alcanzar en algunas circunstancias, no muy frecuentes, singular violencia. Casi la totalidad proceden del W, junto con el movimiento general de masas de aire o la corriente zonal. De todas maneras existen movimientos de masas de otros sectores, aunque muy escasos. Así, por ejemplo, en el año 1944, realizamos sondeos atmosféricos con globos pilotos, dos veces por día, a las nueve y a las 15, desde abril a setiembre, y solo una vez el globo, que normalmente se desplaza hacia el E, traspuso la línea del límite argentino-chileno y se perdió en la ruta del valle del Aconcagua. Estos días suelen resultar de temperaturas muy elevadas para la zona.

Los vientos se tornan particularmente peligrosos cuando van acompañados de nieve recién caída. Son los temidos vientos blancos que reducen al mínimo la visibilidad.

Las tormentas eléctricas son muy escasas; las más frecuentes son las de tipo invernal, sin descargas eléctricas pero acompañadas de nieve. De todas maneras, éstas también son poco frecuentes, contrariamente a la creencia común. Generalmente tienen corta duración y el peligro radica en la prolongación excepcional de las mismas, y en la falta de preparación para resistirlas. No existe un servicio adecuado de difusión de pronósticos, de instalaciones o viviendas y obras de arte para la circulación. Aun los grandes tem-

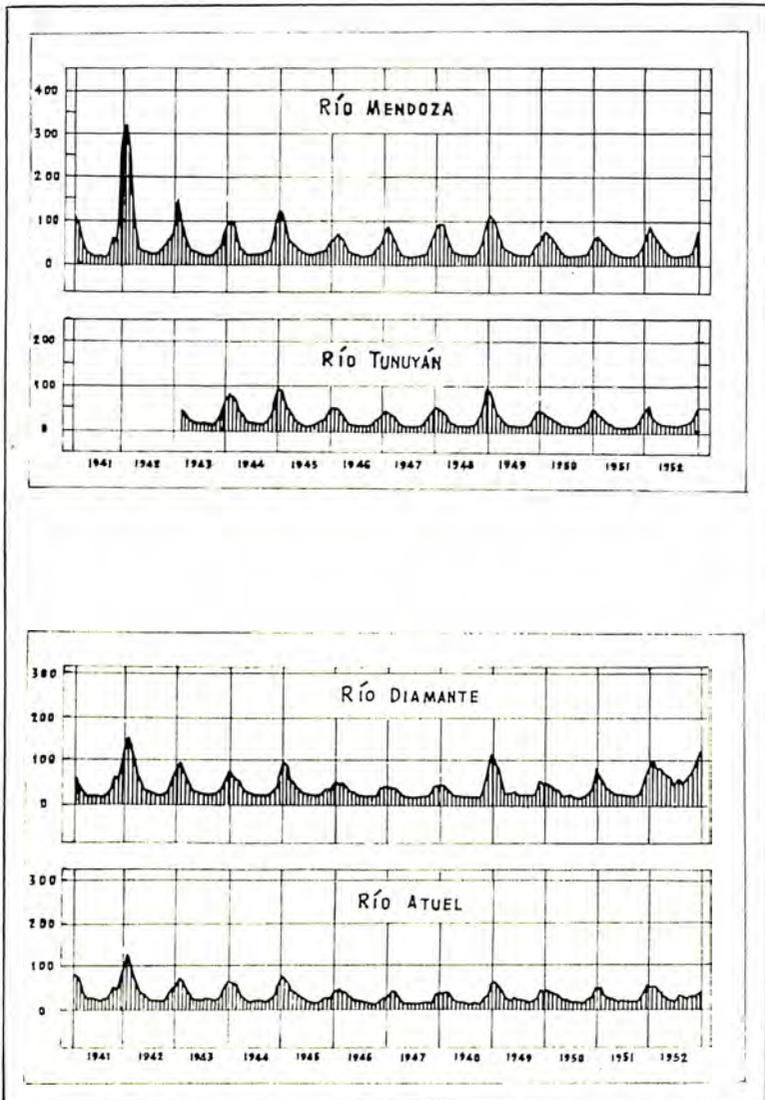


FIG. 123 - Caudales medios mensuales de los principales ríos, desde 1941 a 1952.

porales de alta montaña que han segado tantas vidas de arriesgados andinistas no se presentan de modo imprevisible; mucho menos los de invierno. La utilización de los servicios de pronósticos puede evitar los peligros de los temporales; lo que pasa es que no se los emplea. A lo sumo se recurre al servicio de baqueanos o de verdaderos *palpitadores*. Potentes máquinas aéreas enfrentan el macizo andino al cual trasponen en contados minutos, previo informe meteorológico, y prácticamente no se puede atribuir ni un solo contratiempo aéreo a fallas de pronóstico. Los deportistas, en cambio, se lanzan contra el coloso de la montaña sin más protección que la de sus escasos conocimientos del terreno o el consejo empírico de algún lugareño.

Los temporales prolongados sorprenden a puesteros, arrieros o comisiones científicas desprovistos de material de defensa o refugios adecuados. El caso más notable es el de Las Cuevas, importante población en el valle del río Mendoza, instalada en un sitio poco adecuado. El temporal del año 1964 dio lugar a un inmenso rodado que, viniendo desde muy lejos en la alta montaña, siguió una ruta de avalancha fija, en la misma forma que lo ha hecho en otras ocasiones, como puede demostrarse por pericias morfológicas. Las Cuevas está situada justamente en esta ruta permanente de avalanchas. Hoy, para evitar contingencias dolorosas, se procede a la evacuación de los grupos familiares durante el invierno.

Los bloqueos prolongados de rutas obedecen a imperfecciones en el trazado, a la falta de obras de arte básicas y de maquinarias adecuadas para la remoción de la nieve y derrumbes de vertientes.

Hay problemas derivados del clima para los cuales no se ha encontrado hasta hoy ningún tipo de solución: tal el llamado "mal de montaña", entre nosotros "puna". No es exclusivo de los Andes, sino que también es conocido en otras regiones del globo, bajo distintos nombres tales como veta, soroche, marco (en América del Sud); bis, Tunk, dum 'mundara' serán, ais (Asia Central); ikak (Borneo). Es distinto, sin duda, al mal de los aeronautas.

Ha sido muy bien descrito por Paul Bert. "La sed exagerada, la inapetencia, no solamente para la ingestión, sino para la vista y el olor de los alimentos, la falta de sabor de los líquidos, las náuseas y los vómitos, han sido señalados por todos los viajeros. . . La respiración más frecuente, más corta, más difícil, entrecortada y ansiosa, ha sido experimentada y señalada por todo el mundo. . .

El sistema venoso presenta trastornos no menos sorprendentes: plenitud de los vasos, congestión de la piel y de los labios, así como las conjuntivas, rostro violáceo y tumefacto, labios azulados e hinchados, síncope... La más alarmante, tal vez la más constante de las perturbaciones respiratorias, son las hemorragias... Pesadez de los miembros inferiores..., fatiga..., dolor de cabeza, alteración sensorial y depresión intelectual conducente a la indiferencia y al sueño. Subrayamos que el insomnio nocturno acompaña a la somnolencia diurna. Las perturbaciones psíquicas se asocian a las fisiológicas. A la incoordinación motora, causa de accidentes graves, sucede la pérdida de la memoria".<sup>35</sup>

Los primeros síntomas comienzan a altitudes muy variadas y dependen de cada individuo. Además influyen las relaciones con las altitudes circundantes; es decir, según se avance hacia las alturas desde tierras muy bajas o próximas a las altas cumbres. Para el Dr. Hugo Chiodi, especialista que durante muchos años realizó estudios fisiológicos en la mina Aguilar, no hay signos, al menos externos, que puedan decidir por anticipado qué individuo sufrirá o resistirá mejor el mal. Hay grandes contradicciones al respecto. Hombres de gran físico sucumben, a veces, antes que otros menos dotados.

Este mismo investigador estima que existen dos tipos de "puna": crónica y aguda. La primera es la que contrae la persona que ha residido largo tiempo a grandes alturas. Cuando el mal comienza no tiene más remedio que desplazarse hacia niveles más bajos. La otra es la que puede sufrir cualquier hombre en su primera visita a los altos niveles. El descenso lo mejora y en escalamientos posteriores puede no ser afectado.<sup>36</sup> Sobre este segundo aspecto de la cuestión hemos podido comprobar más de un caso en Cristo Redentor.

En la base de todo el mal estaría la disminución, con la altura, de la presión parcial del oxígeno. Parece ser, según el Dr. Hans Albrecht, que los hombres entre 30 y 40 años soportan mejor las grandes alturas a causa de "la reacción vegetativa básica".

Este investigador, director de un grupo de especialistas alemanes, es el único que ha realizado estudios sobre el "mal de mon-

<sup>35</sup> SORRE, M., *op. cit.*, p. 40.

<sup>36</sup> CHIODI, H., *Ciclo de conferencias en la Escuela de Montaña del Instituto de Geografía*, Facultad de Filosofía y Letras, U.N.C.

taña”, luego de Hugo Chiodi, en nuestro país, y el primero en los Andes mendocinos.

No conocemos los resultados de las investigaciones realizadas por Albrecht en el Aconcagua, especialmente a 6.000 m s/nm y solo tenemos conocimiento de algunas declaraciones a la prensa mendocina. De acuerdo con las mismas, el ser humano sufre alteraciones físicas y psíquicas. Los inconvenientes surgen de la falta de oxígeno cuya presión parcial, según se ha indicado, disminuye junto con la presión atmosférica total, con la altura. Además, hay inconvenientes vinculados a la deshidratación dentro de un medio particularmente pobre en agua, a las radiaciones ultravioletas y cósmicas. Finalmente, como factores de incomodidad en las alturas, menciona el frío excesivo y los vientos. Todos estos factores, dice Albrecht, convergen para destacar el mal conocido como *puna* o *apunamiento*.

Los síntomas característicos, siempre conforme con las declaraciones del grupo alemán, son la pérdida del sentido del tiempo, cansancio extraordinario, irritación excesiva que provoca serios problemas y reacciones nerviosas. “A los 6.000 m el período de reflejos se duplica, respecto del comportamiento físico en la ciudad de Mendoza”. No obstante la aclimatación, los reflejos se mantienen en esos límites.

En cuanto a la circulación sanguínea, se ve dificultada por acalambramientos en los vasos. Esto “explica la posibilidad del congelamiento por la escasa fluidez de la sangre”. En la región del Aconcagua, donde se llevaron a cabo las experiencias, las reacciones del corazón no fueron alteradas en la medida que se esperaba. El ser humano puede recuperarse en poco tiempo, pero existen alturas límites —5.500 m s/nm— en las cuales el cuerpo humano solo recibe la mitad del oxígeno.

Incluso los animales, por ejemplo las mulas, se apunan. De aquí que es necesario no confiar ciegamente en la habilidad de las mismas en las montañas.

Dentro del campo psíquico, hay variaciones notables; pero una característica fundamental es que el ser humano se niega a creer esa verdad. “Es muy difícil que admita que su comportamiento está fuera de lo común”.<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> LOS ANDES. *El grupo Albrecht habló sobre conclusiones en sus estudios*, Mendoza, 8-II-67.

A los 6.000 m se puede comprobar los daños causados por la falta de oxígeno en el organismo; sin duda se trata del metabolismo, para lo cual existen remedios. “Tenemos la impresión de que el apunamiento es producido por una forma de edema celular... por modificación de la membrana celular que perturba el metabolismo de glucosas. Se supone también que el sistema vegetativo de los nervios juega un papel extraordinario. El síntoma menos agradable del apunamiento es el dolor de cabeza producido por edemas en la membrana celular y mala vascularización”.<sup>38</sup>

La vida en nuestras montañas, vinculada a misiones especiales, tales como atención de servicios ferroviarios, meteorológicos, etc., no excede de los 3.900 m s/nm. Por arriba de este nivel solo se practican actividades deportivas, como el andinismo. Pero, por debajo, hay quienes han sufrido puna crónica y muchos aguda.

---

<sup>38</sup> LOS ANDES, *A interesantes conclusiones llegó la misión científica al Aconcagua. El jefe de la expedición, Dr. Albrecht, formuló ayer declaraciones exclusivas a Los Andes*, Mendoza, 6-II-65.

CAP. IV. — LOS CLIMAS LOCALES DE LA EXTREMIDAD NORTE  
DE LAS MONTAÑAS

Los climas locales dependen de factores geográficos de menor escala que los regionales. Cada unidad morfológica secundaria, cumbre, altiplanicie, valle, etc., tiene su propio clima local en función de sus dimensiones, altitud relativa y absoluta, exposición, orientación, etc.

En este sentido, es necesario admitir dentro de las montañas una multitud de climas locales poco menos que desconocidos. Su estudio requiere muchos investigadores, tiempo y puestos de observaciones que actualmente no existen. Algunas nociones han sido adelantadas al estudiar los climas regionales.

La posición relativa de los distintos cordones constituye un factor de diferenciación climática que se trasunta en varios hechos fundamentales. Así, por ejemplo, la cordillera de Uspallata, por su posición intermedia entre la planicie y las dos grandes cordilleras occidentales, comparte caracteres de los dos climas regionales de la provincia. En su frente oriental tiene el mismo régimen de precipitaciones estivales que la planicie, como lo demuestran las cifras correspondientes a Villavicencio (Fig. 132); en la parte occidental, en cambio, es de transición entre el anterior y el invernal de las montañas (Fig. 129).

La dirección prevalente de los vientos en el interior de la cordillera responde a la orientación general de los valles.

El viento Zonda constituye un buen ejemplo de los matices que la posición relativa de las unidades orográficas imponen al clima. Cuando sobre la cordillera de Uspallata aparece la clásica barra del foehn, en la planicie sopla el Zonda, cálido y seco, con cielo claro, mientras en las altas montañas del cordón principal y del frontal cae nieve.

La forma y altitud también juegan un papel muy importante en los climas locales y merecen una atención especial.

Los perfiles topográficos (Fig. 119) ponen en evidencia las cumbres estructuralmente más jóvenes de la cordillera principal, en contraposición con el aspecto pesado, de montaña de bloque, de la cordillera de Uspallata y el salto brusco de la montaña a la planicie. Finalmente, las altas superficies horizontales o casi horizontales que se cortan en ángulo bastante neto. “Una culminante (Fig. 119-b), de apariencia horizontal, corta las crestas del interior de los Andes pero deja emerger las grandes cimas: Tupungato, Aconcagua... La otra se inclina hacia el piedemonte de Mendoza pero puede ser el resultado de una apariencia y el descenso regular de los contrafuertes del Plata”, dice Viers.<sup>30</sup>

En realidad, no se trata de una mera apariencia. Nosotros hemos visto los mismos planos en el interior de la cordillera, en las márgenes del río Mendoza (Fig. 126). Si nuestra observación es correcta, la idea de Viers sobre la génesis de ambas “superficies altas”, en relación con el nivel de los conglomerados de mogotes del piedemonte necesita una revisión. De todas maneras, el autor la presenta solo como una hipótesis a la cual él mismo ha realizado objeciones.

Por sobre el plano superior, según se ha dicho, se alzan las cumbres nevadas mientras a partir del inferior se hunden profundos surcos de disección cuyos desniveles relativos pueden apreciarse claramente en el perfil de las montañas y el río Mendoza (Fig. 119).

Pensamos que hay relación entre estas unidades morfológicas y los pisos climáticos; es decir, que quizá pueda hablarse de climas locales de las cumbres glaciales, de las altas superficies o páramos andinos libres de hielo, y de los valles. Pero, no contamos con estadísticas ni observaciones directas para generalizar. En ocasión de tratar el clima del Atuel se aportarán más datos; por ahora nos atenemos a algunas generalidades que ya fueron expuestas en el capítulo anterior.

En la imposibilidad de encarar el problema de los climas locales en la forma metódica que hubiéramos deseado, debemos limitarnos a exponer los resultados obtenidos mediante el análisis de las estadísticas correspondientes a las únicas estaciones meteorológicas existentes: Cristo Redentor, Puente del Inca, Uspallata,

---

<sup>30</sup> VIERS, G., *La depresión de Potrerillos. Estudio morfológico*, Traducción de R. G. Capitanelli, en “Boletín de Estudios Geográficos”, Vol. IX, N° 43, Mendoza, Instituto de Geografía, 1964, p. 74-101.

Cacheuta y Villavicencio, aunque las series de observaciones son discontinuas y heterogéneas. Además aprovecharemos nuestras experiencias, nuestras observaciones realizadas en el curso de numerosas excursiones y, especialmente, durante nuestra permanencia invernal en el Observatorio Meteorológico de Cristo Redentor durante todo un semestre.

Con estas bases, valiéndonos de los más variados elementos de juicio, trataremos de comprender algunos climas locales. Tales los de dos valles transversales: el del Mendoza al N y el Atuel al S; y tres valles longitudinales: el del río Las Cuevas y el de Uspallata, entre la cordillera frontal y la precordillera, y Valle Hermoso, en la extremidad sud de la provincia (Fig. 118).

#### *Valle longitudinal del río Las Cuevas o quebrada de Matienzo*

La denominada quebrada de Matienzo es un valle longitudinal de la cordillera principal de los Andes mendocinos, extendido de N a S, desde los 32° 14' 20" a los 32° 50' S, con una inflexión al E a la longitud de la villa de Las Cuevas, aproximadamente. Por el mismo corre el curso superior del río Las Cuevas, que 40 km al este se une al Tupungato y el Vacas para formar el Mendoza (Fig. 124).

La cabecera del valle se encuentra a 5.100 m de altura, mientras que su extremidad sud, 30 km más abajo, se encuentra a 3.100. Medido entre las crestas que lo circundan, tiene un ancho medio de 4 km. Su extremidad septentrional forma un ángulo con su vértice hacia el norte que culmina a los 5.100 m, mientras que sus lados terminan a los 5.000. En el interior de este ángulo, favorecidos por la exposición al S, se alojan circos glaciares.

Por el oeste, el valle se encuentra cerrado por una línea de cresta continua, muy uniforme, que se continúa por el sud y desciende, frente a Las Cuevas, a 4.000 m.

El borde oriental es menos regular; pero sus cumbres alcanzan mayores altitudes; en algunos puntos a 5.100 m. No faltan las ramificaciones que se internan en el valle, como la del cerro Nevado Matienzo, de 4.200 m. En la extremidad norte, se levanta en medio del valle, un pequeño cordón, el Pan de Azúcar, de 5.220 m, que junto con el cordón oriental aloja un circo glaciar.

# QUEBRADA DE MATIENZO

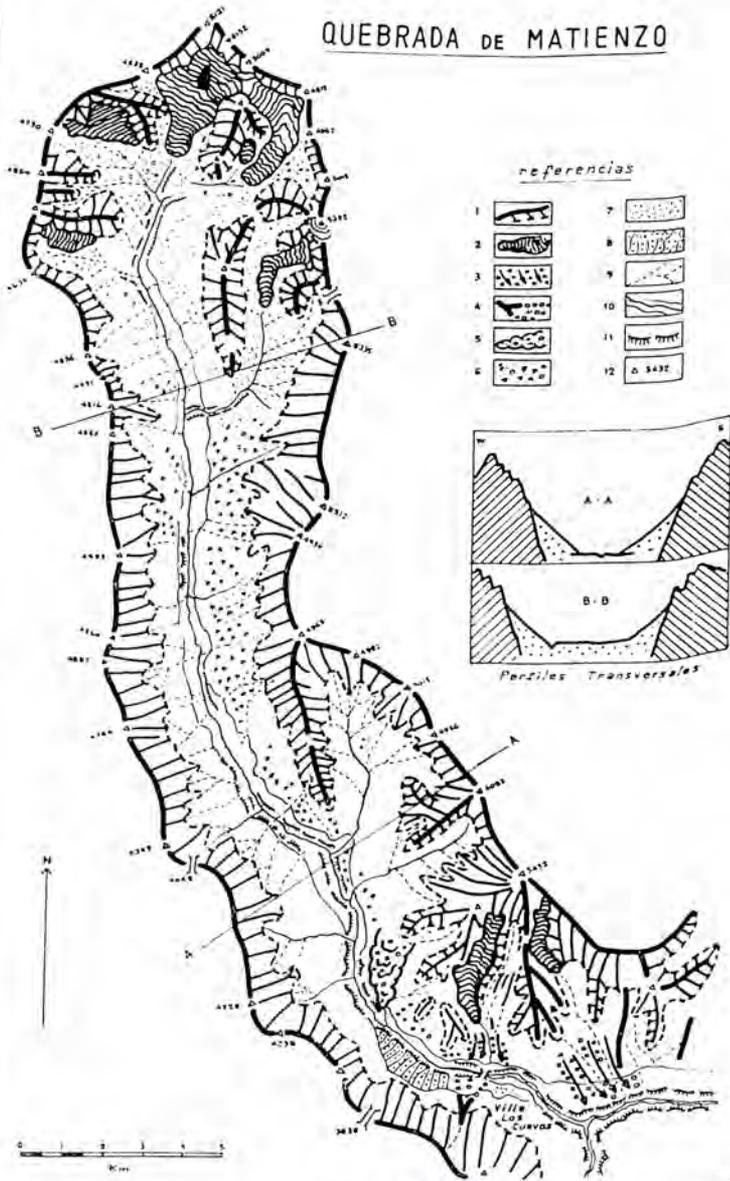


FIG. 124 — Bosquejo geomorfológico de la quebrada de Matienzo: 1) paredes rocosas, afloramientos y circos glaciares; 2) glaciares; 3) derrumbes; 4) corredores de avalanchas; 5) coladas de piedras y barro; 6) campos de piedras; 7) sedimentos fluvio-glaciares; 8) depósitos de soliflucción o varves; 9) cursos temporarios sobre lechos de piedras (ríos de piedras); 10) lechos fluviales, ríos y arroyos permanentes; 11) depósitos de vertientes y aluviales terrazados, y 12) cumbres y cotas.

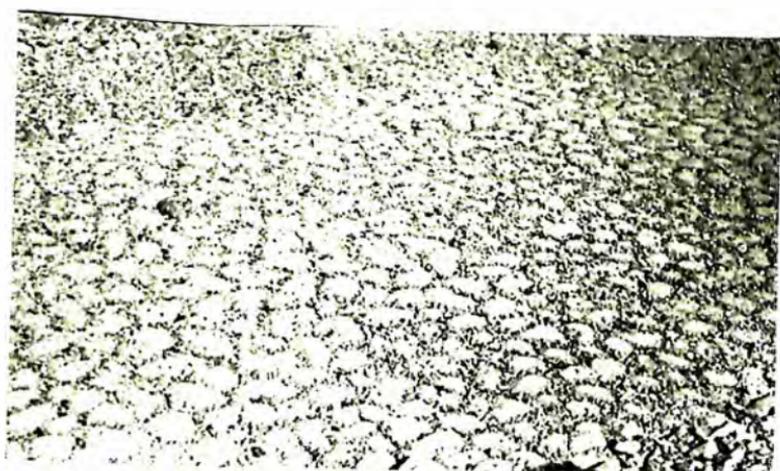


For. 1 — Sobre el alto plano y cumbres nevadas vecinas se levanta el Aconagua, en un dominio glaciario.

El perfil transversal presenta forma en “S” de origen periglaciario, lo cual constituye ya un dato climático. Esta S es convexa arriba y cóncava abajo.

La cabecera del valle está constituida, según se ha dicho, por circos, que alojan hielos de escaso desarrollo y, prácticamente, no emiten lenguas. El más extenso, de arriba abajo, tiene una longitud de 3 km. En el Pan de Azúcar se aloja un ventisquero y luego, hasta llegar a la extremidad S del valle, no existen más muestras de hielo. Éstas se encuentran a gran altura sobre el Tolosa y consisten en dos pequeños glaciares cuyo límite inferior se encuentra a 3.750 m.

Lamentablemente no existen estadísticas climáticas adecuadas. No hay más observatorio que el de Cristo Redentor, situado a 3.832 m s/nm. Altitudinalmente, los datos no carecen de valor; pero esta estación está ubicada en la cresta misma del cordón del límite en la divisoria de las aguas, que corre transversal a los vientos dominantes. Escasa distancia en alta montaña, en función de la exposición y violencia de los vientos adquiere gran significación. De todas maneras, son los únicos datos disponibles y se los utilizará en la medida de lo posible para bosquejar el cuadro climático local de la quebrada de Matienzo.



FOT. 2 — Suelos poligonales, en la quebrada de Matienzo, testimonian la existencia de un clima periglacial.

Los gráficos relativos a Cristo Redentor revelan los detalles esenciales de este clima. Situada a 3.832 m s/nm, sobre la cresta del límite está sometida a las influencias del Pacífico de modo casi absoluto.

Prácticamente Cristo Redentor no posee, desde el punto de vista térmico (Fig. 125), más estaciones que el invierno puesto que sus temperaturas medias no superan los 2°. Durante siete meses del año —abril a octubre— son inferiores a 0°. La temperatura máxima (enero) solo llega a los 20° en verano y los 3°5 en invierno (junio). Las mínimas absolutas alcanzan su valor extremo en el mes de julio, con 30° bajo cero y las menos rigurosas se registran de diciembre a abril con valores que oscilan entre -10 y -16. El número de heladas alcanza al elevado promedio de 308. Casi puede decirse que hiela el año entero. En la práctica, puede helar cualquier día del año.

Unida al bajo contenido de humedad de la atmósfera (57 % de humedad relativa ó 3,1 de tensión del vapor), la nubosidad es muy baja al extremo de que el cielo permanece despejado durante 138 días y solo 78 cubierto. Puede esto sintetizarse diciendo que es un cielo poco nuboso, claro y luminoso, que favorece una fuerte radiación diurna e irradiación nocturna. Con las largas noches de invierno la pérdida de calor por irradiación es elevadísima.

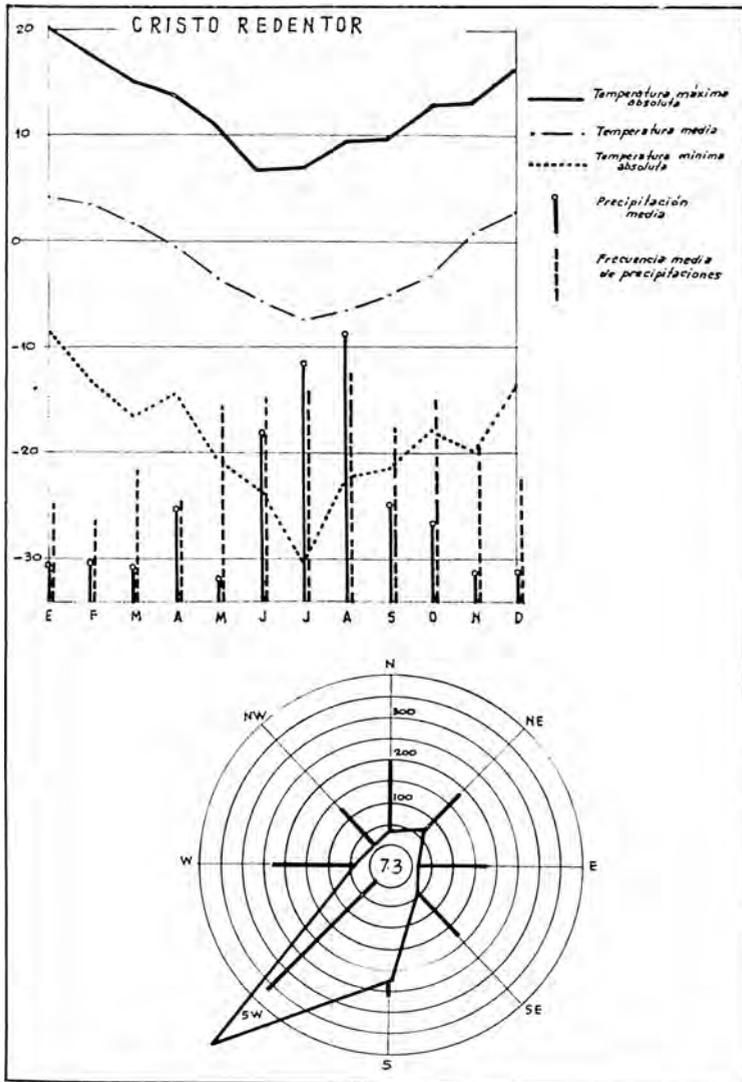


FIG. 125 — Cristo Redentor.

El régimen de precipitaciones es invernal pues si bien en verano se registran precipitaciones, el mayor volumen se encuentra concentrado en los meses de invierno. El total anual es de 357 mm; pero solamente tres meses de invierno —junio, julio y agosto— reciben el 50 %. La frecuencia es reducida alcanzando tan solo a 90 días en el año.

El otro elemento que tiene gran importancia en el clima de Cristo Redentor es el viento. Predominan en forma absoluta los del SW (573 ‰) y los del S (209 ‰). En esto se pone de manifiesto claramente la influencia de la morfología. La dirección predominante coincide con la orientación del valle del Juncal (Chile). Las calmas son escasas y alcanzan apenas al 73 ‰. En realidad, la misma figura realizada de acuerdo con los valores medios anuales, se reproduce si el análisis se efectúa estacionalmente. Es decir, son realmente constantes. La fuerza media horaria es de 21 km y el índice mayor corresponde también a los vientos del W.

Las cifras no dejan transparentar bien los caracteres del viento. En realidad son casi permanentes y de mucha violencia. El *record* supera los 250 km. Son muchísimas las noches en que, superados los 80 km, se escucha un continuado y penetrante aullido que deprime y aterra. Los temporales de nieve se producen, generalmente, con vientos de más de 80 km; pero llegan fácilmente a los 180. La visibilidad, en estas circunstancias, se acorta a muy pocos metros y a la nieve fresca se agrega la nieve vieja que el viento retransporta de los valles o las cumbres. En estas circunstancias la nieve penetra por cualquier orificio, incluso el de las cerraduras de las puertas.

En días de viento arrachado, el enrase del barómetro para efectuar las mediciones de presión atmosférica se vuelve difícil, pues la presión dinámica que cada ráfaga produce en el interior del edificio cerrado hace saltar permanentemente el mercurio en el interior de la cubeta.

Los sondeos con globos pilotos fueron suprimidos en Cristo Redentor, pues en los primeros minutos de vuelo el globo desciende muchos metros de altura, hasta pasar rozando las casas de Las Cuevas, y luego iniciar el ascenso. En estas condiciones, todo cálculo de los vientos de altura se torna ilusorio. Pero no son solo éstas y las mediciones de nieve las únicas dudosas. También ocurre con la humedad relativa y la tensión del vapor. Con temperaturas bajo

cero y el bulbo congelado, el termómetro húmedo arroja más temperatura que la real pues trabaja como un termómetro seco y a veces da valores más altos que los de éste.

Los datos que acaban de analizarse, más las observaciones directas sobre elementos de juicio diversos, permiten formarnos un cuadro de lo que ocurre a lo largo de toda la quebrada de Matienzo, hasta Las Cuevas.

Existe un largo período de congelamiento continuo, que va desde mediados de abril a mediados de setiembre (Fig. 125). Durante todo este tiempo, las temperaturas medias mensuales son inferiores a cero grado y se registran de 25 a 31 heladas por mes. Las máximas absolutas, cuyo *record* es de 10°, resultan insuficientes para producir el descongelamiento. Incluso las temperaturas máximas medias son inferiores a cero grado durante este período.

El resto del año, de mediados de setiembre a mediados de abril, según se advierte en las curvas de temperaturas medias, máximas medias y mínimas mensuales, el proceso de congelamiento-descongelamiento es diario.

Las precipitaciones, siempre nivales, ocurren durante el invierno, como prolongación del régimen invernal del Pacífico. La frecuencia es muy baja, y la duración de los estados de tiempo nivales es relativamente corta; excepcionalmente exceden de los 8 a 10 días. También suele caer nieve en verano, en menor cantidad, y se funde casi en el día a causa de la fuerte radiación y la escasa humedad del aire. En total, la precipitación media anual se puede estimar en 600 a 700 mm; pero con grandes irregularidades que pueden arrojar una amplitud de 1.800 mm.

Los vientos predominan, en forma absoluta, del SW; pero pueden anotarse, a corta distancia, algunas variantes de acuerdo con la disposición del relieve.

La acumulación de la nieve es muy caprichosa y, según lo evidencian los glaciares, la red de drenaje, etc., es mayor en la vertiente oriental del valle que en la occidental.

En general, las vertientes que miran al S no solo reciben más nieve sino que poseen más hielo que las de la septentrional que está expuesta directamente a la acción de los rayos solares. Igualmente, la vertiente expuesta al E tiene una fusión más lenta y regular a causa de recibir el sol en la mañana, cuando la mayor parte de las calorías se gastan en el recalentamiento de la atmósfera.



For. 3 — Vegetación en círculos y polígonos de tierra, bajo el clima periglaciario de la quebrada de Matienzo.

es muy escasa y favorece, a su vez, el desarrollo de los procesos periglaciares de erosión, transporte y acumulación. Después de los 3.500 m de altura, aproximadamente, se está prácticamente en el páramo andino. La última planta en altura, que crece en los suelos periglaciares es, generalmente, *Nototriche trasandina*. Por debajo de esta altura, el suelo se encuentra solo salpicado de *Adesmia Trijuga* (cuerno de cabra), *Boopis aglomerata* (callampa de Burro), *stipas* (*Poa*) y *Ordeum comossum*. Las *stipas*, por acción de clima y suelo, dan círculos de vegetación (*Poa*) y los *Ordeum comossum*, pie de vacas (*Poa* . . .).

En combinación con el clima y la vegetación se encuentran los polígonos de tierra y estrías del mismo material. Los polígonos de piedra y los suelos estriados se encuentran entre 3.400 y 4.000 m. Esto no quiere decir que no existan en otros lugares, sino que fueron encontrados a esa altura.<sup>40</sup>

<sup>40</sup> CAPITANELLI, R. G., *La quebrada de Matienzo. Madelado glaciar y periglaciario*. Comunicación presentada a la Primera Reunión Especial del Comité de Geomorfología del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, 1966. Inédita.



Fig. 4 — En los años de mucha nieve pueden esperarse aludes, como el que destruyó parte de Las Cuevas, situada en un camino de avalancha.

Las formas periglaciares de la quebrada de Matienzo no difieren, según los trabajos de Corte<sup>41</sup> y Czajka,<sup>42</sup> de las de la laguna del Diamante.

La quebrada es un vacío humano perfecto, si se exceptúa la población de Las Cuevas, y en ello juega un papel preponderante el clima, sin ser el único factor.

A estas alturas, donde la presión atmosférica oscila alrededor de los 640 mb (480 mm), se hace presente con intensidad el mal de montaña o puna.

Por otra parte, ni las temperaturas, con ser tan bajas ( $-2^{\circ}$  de media anual;  $-11^{\circ}$  de *record* en diciembre y  $-24$  en julio), ni la sequedad del aire (2 de tensión vapor) rechazan al hombre. Tampoco el viento, constante y violento, con ser tan molesto, constituye un inconveniente insalvable, como no lo es ningún otro elemento considerado aisladamente. Es la totalidad de dichos elementos o

<sup>41</sup> CORTE, A. E., *Contribución a la morfología periglacial de la alta cordillera con especial mención del aspecto criopedológico*, en "Anales del Departamento de Investigaciones Científicas", Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo, 1953, p. 1-54.

<sup>42</sup> CZAJKA, G., *Resultados de un viaje a la cuenca de la Laguna Verde (Tinogasta, Catamarca)*, en "Actas de la XV Semana de Geografía", Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo, 1951, p. 39-49.

estados atmosféricos lo que actúa sobre el individuo haciendo muy penosa su existencia.

Entre los 3.000 y 4.000 m de altura sobre el nivel del mar, para denominarlo en forma breve y bien significativa, diremos que reina un "clima de puna", frío, excesivamente seco todo el año, de radiaciones e irradiaciones muy intensas, con heladas 330 días al año y nevadas en todos los meses. La aclimatación, si se logra, es lenta y penosa, cuando no insoportable. Afecta particularmente la psiquis y el corazón.

De todas maneras, el hombre puede habitar la zona por mucho tiempo, si antes no contrae una puna crónica; pero es necesario considerar otras manifestaciones de orden morfológico o indirectas del clima. Si el hombre encuentra incentivos, es capaz de superar todas las dificultades descritas, aunque solo sea temporariamente. Mucho más al sud, a 4.750 m de altura, se explota azufre en el volcán Overo.<sup>43</sup>

Dentro de los límites asignados a la quebrada de Matienzo, hemos incluido la localidad de Las Cuevas, a 3.100 m de altitud. Ésta constituye uno de aquellos casos en que la necesidad ha impuesto la instalación permanente de un reducido grupo humano. De este modo, Las Cuevas es el primer centro poblado en territorio argentino en la gran montaña. Se trata de una villa moderna construida en reemplazo de las antiguas y deficientes instalaciones. De ella ha dicho Aranda: "allí, al pie del monumento a Jesucristo, Nuestro Señor, y flanqueada por el imponente Tolosa, se levanta como un sueño, haciendo olvidar para siempre las taperas de año".

No cuenta más que con una veintena de pabellones, dedicados a Aduana, Correos, Hotel de Turismo, Gendarmería, Escuela, Hospital, Estación de Ferrocarril, algún negocio y casas de familia. Se alojaban en ellos, en total, en el momento del último censo, 158 personas (118 varones y 40 mujeres). La mayoría de ellos transitoriamente. Algunos habitan 700 m más arriba, en el Observatorio Meteorológico de Cristo Redentor o en el Refugio Militar a la entrada del túnel internacional. Si el ferrocarril, por causa del clima, deja de funcionar, Las Cuevas queda aislada y con buen tiempo solo a pie o en trineo se puede intentar una salida. El camino se

<sup>43</sup> CAPITANELLI, R. G., *El valle del río Mendoza*, Comunicación presentada a la XXV Semana de Geografía, Salta, 1963. Inédita.

corta durante casi todo el año y más aún parte del otoño y primavera. Durante el verano cobra más vida debido al turismo, aunque pierde belleza por ausencia de hielo y nieve.

Como bien lo demuestra el análisis que acaba de realizarse, las experiencias personalmente vividas y las de muchos otros que allí vivieron largas temporadas, la vida en la soledad de la montaña no es fácil. José Miguel Aranda, que habitó 30 años en ella, ha realizado la mejor síntesis. Dice así: “La cordillera es insondable, maravillosa; parece ella sola un mundo. Es bravía o acogedora, inhóspita o auxiliadora. Así, a las furias de las tormentas de nieve que achican o desconciertan, el alud demoledor que espanta, el huracán impetuoso que arrasa; se sucede la diafanidad y el esplendor, la calma y la majestad, el hálito y el sosiego.

“La vida es penosa y triste. Con frecuencia los pobladores quedan aislados tanto en medios de movilidad, como en cuanto a comunicaciones alámbricas, y en tal circunstancia, el espíritu se empequeñece y el alma se contrae, los días son más largos y las noches angustiosas, añádase que muchas veces faltan los alimentos. . .

“Las noches, interminables noches, a la luz tenue de una lamparilla a kerosene oyendo el gemido ululante del viento; atormentan y acosan. Más, el vehemente crepúsculo, los mil colores de los picachos que asoman de entre la nieve, el plenilunio ante la inmensidad nevada, los arco-iris respaldados en las faldas de los montes, los soberbios glaciares, las elevadas y grandiosas cumbres; mitigan pronto los dolores y reconfortan el alma y la escena se repite sin término de continuidad.

“Es que allí nadie es grande, nadie por más osado que sea, allí lo grande, lo inmensamente grande, es la naturaleza en una de sus manifestaciones magníficas. Allí se comprende cuán pequeño y accidental es el hombre en el universo.”<sup>44</sup>

Este mundo de la cordillera se prolonga más abajo, en el valle transversal entre el cordón principal y el frontal, desde la morena que cierra a la quebrada de Matienzo, por lo menos hasta Punta de Vacas, a la altura del C<sup>o</sup> Juan Pobre, donde todos los años se corta el camino a causa de las avalanchas. Sin embargo, por diversas razones, preferimos extender este nuevo clima local hasta el A<sup>o</sup> Picheuta, aproximadamente.

---

<sup>44</sup> ARANDA, J. M., *Montes y nieves. Treinta años en la cordillera de los Andes*, Mendoza, 1959.

### *Valle transversal cordillerano del río Mendoza*

Este valle, que impropriadamente denominamos del río Mendoza, es una extensa unidad a través de las tres cordilleras. La recorre el río Las Cuevas hasta Punta de Vacas, donde se junta con el Tupungato y el río Vacas, dando origen al Mendoza.

El sector comprendido entre la terminación de la quebrada de Matienzo, que hemos extendido hasta la morena que separa a Las Cuevas del valle de Las Leñas, hasta el comienzo del valle de Uspallata, está constituido por una sucesión de especies de *ombli-gos* separados por morenas correspondientes a glaciares que bajaron hasta el valle principal sin llegar a formar un glaciar colector. A estos ombligos nos hemos acostumbrado a llamarlos valles; tales el de Las Leñas, Inca, Santa María, Vacas, etc. Cada uno tiene sus propias características climáticas, pero no es posible describirlas con la precisión deseada por falta de datos. En consecuencia, agrupamos estos valles bajo el nombre de "sección de los ombligos" y presentamos los caracteres del clima local a través de las estadísticas correspondientes a la única estación meteorológica existente: Puente del Inca. A dichos datos trataremos de agregar algunos matices propios de cada ombligo, deducidos de la observación directa de la realidad.

Tal como puede apreciarse (Fig. 126) es el producto de una profunda disección realizada a partir de la superficie de aplanamiento que circunda al valle principal y los que a él confluyen, y que culminan en altas cumbres cubiertas de hielos o constituyen centros de dispersión glaciar. La montaña cae a pique al fondo del valle a través de paredones que oscilan entre 2.000 y 3.000 m de altura relativa. A veces la transición al fondo del valle se realiza a través de taludes de escombros, conos de deyección, vertientes de reptación, etc., que descansan sobre dos terrazas.

Si bien no corresponde aquí la discusión morfológica de estos elementos fundamentales, cabe destacar que ellos no solo guardan el secreto de la evolución de las formas, sino también de los paleoclimas que precedieron al clima actual. Además permite refirmar lo expresado en otro trabajo: <sup>45</sup> en los Andes mendocinos no se ob-

---

<sup>45</sup> CAPITANELLI, R. G., *El río Atuel en su curso de montaña*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. VII, N° 29, Mendoza, Instituto de Geografía, 1960, p. 211 a 289.

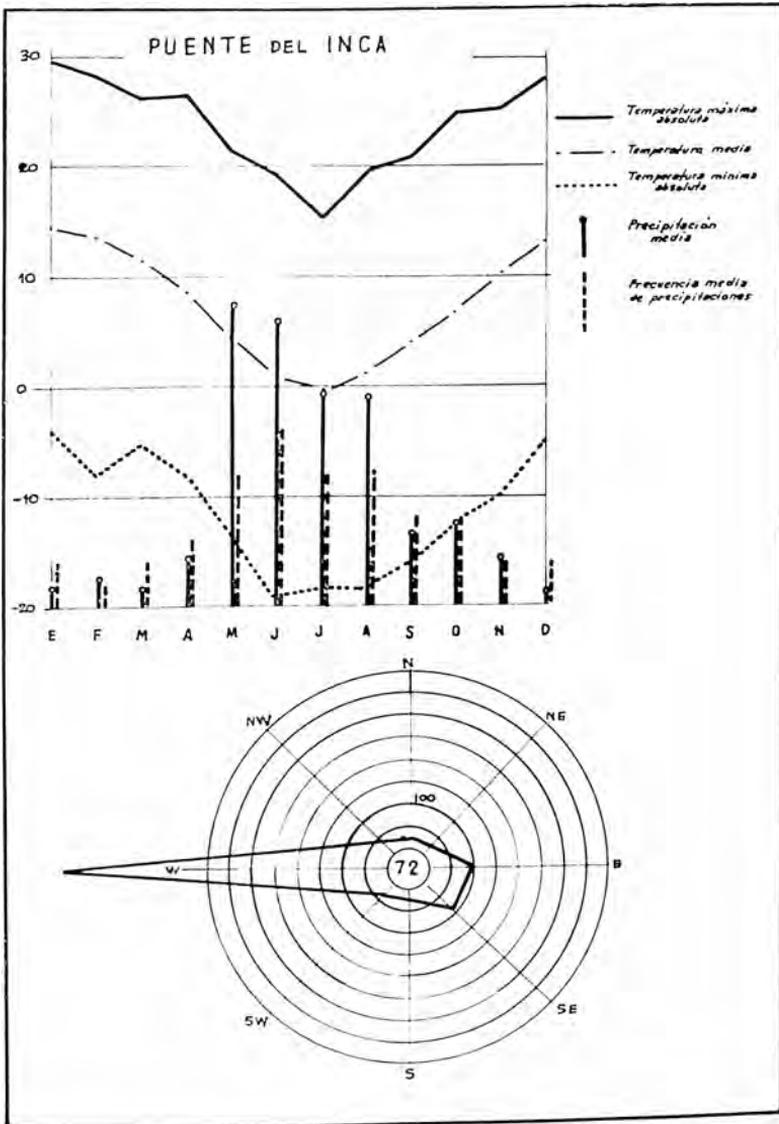


FIG. 127 — Puente del Inca.

servan pruebas de más de dos glaciaciones o una con dos empujes. Observación que ha encontrado apoyo en los trabajos de Polanski<sup>46</sup> y Viers.<sup>47</sup>

El análisis de detalle de las condiciones atmosféricas a través de los datos de Puente del Inca pondrá en evidencia cuánta relación guardan la morfología y el clima local.

En términos generales, esta sección de los ombligos se caracteriza por sus condiciones menos rígidas que la quebrada de Matienzo. La diferencia es muy clara cuando se pasa al valle de Las Leñas. Luego de traspasar la morena del Tolosa cesa el espectáculo siempre atrayente que ofrece Las Cuevas con los glaciares del Tolosa a la vista. El paisaje tiene otro aspecto y hasta el aire parece tener otro olor.

El fondo de la sección de los ombligos se encuentra entre los 3.000 y los 2.000 m de altura sobre el nivel del mar y las diferencias fundamentales con respecto al clima local de la quebrada de Matienzo radican, en primer lugar, en los valores térmicos, los cuales se hacen menos rigurosos. Tanto las temperaturas extremas como las medias, tienen una marcha paralela, como que casi dependen de los mismos procesos atmosféricos, pero siempre conservando una altura de 10° superiores a las anteriores lo cual es una consecuencia indudable de la altitud y la morfología. Es el viento, fundamentalmente, el que demuestra mejor la acentuación de la influencia del factor morfológico. La dirección dominante, en términos absolutos, obedece a la forma y orientación del valle.

Todo el valle presenta aspectos de aridez que se traducen en la falta o pobreza de vegetación. De todas maneras, de Inca hacia abajo se cultiva alfalfa y, en lugares abrigados y con suelo adecuado, se levantan algunos sauces; ya en Polvaredas son posibles algunos cultivos de flores. Estos pobres testimonios de vida vegetal constituyen ya un gran motivo de interés, un descanso para la vista fatigada por la inmensidad del desierto de piedras peladas.

La observación paralela de los gráficos de Cristo Redentor (Fig. 125) y Puente del Inca (Fig. 127) pone inmediatamente de

---

<sup>46</sup> POLANSKI, J., *The Maximum glaciation in the Argentine Cordillera*, Geol. Soc. Amer. (1965), según cita de G. Viers.

<sup>47</sup> VIERS, G., *La morfología del piedemonte andino en la provincia de Mendoza: los hechos y las concepciones antiguas*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. XIII, N° 52, Mendoza, Instituto de Geografía, 1966, p. 165-181.

manifiesto las diferencias térmicas entre una y otra localidad, que alcanza, en general, a los 10°, para una diferencia altitudinal de 1.100 m. Dicho esto, los demás detalles relativos a las temperaturas (marcha anual) pueden repetirse casi para Inca; incluso la pequeña inflexión térmica que para la curva de Cristo Redentor se advierte en las mínimas de marzo y noviembre y en Puente del Inca en febrero y muy desdibujada en setiembre y cuya explicación, con los datos disponibles resulta imposible.

Si bien Puente del Inca, al igual que Cristo Redentor, carece de verano, a diferencia de éste presenta una estación intermedia; es decir, con temperatura media entre 10 y 20°. Este período de cinco meses puede subdividirse en dos estaciones: noviembre a enero, que correspondería a la primavera; y febrero-marzo, cuando las medias inician el descenso, que correspondería al otoño.

También, como en el caso de Cristo Redentor, si bien pueden registrarse precipitaciones en cualquier mes del año, se concentran en el invierno; agregando un mes más —el de mayo— respecto de los indicados para Cristo Redentor. En estos cuatro meses —mayo a agosto— caen 170 de los 300 mm anuales.

Con respecto a la frecuencia media mensual de precipitaciones se observa en Puente del Inca una mayor relación con el volumen total, que en Cristo Redentor. Es decir, la frecuencia de precipitaciones de éste es el doble de la de Puente del Inca, mientras que el volumen es solo de 50 mm.

De todas maneras, no es la relación simple de precipitación lo que configura una gran diferencia entre Cristo Redentor y Puente del Inca, ni las diferencias de temperaturas que hemos apuntado. Lo fundamental es la duración de la nieve en ambas localidades, la cual depende de la fusión y ésta, a su vez, de la temperatura. Frente a los siete meses de temperaturas medias bajo cero de Cristo Redentor, nos encontramos con que en Puente del Inca solo hay uno, en julio. Esto explica la rápida fusión de las nieves en Puente del Inca y su persistencia, aunque más no sea en manchones, en Cristo Redentor, hasta en pleno verano.

No es éste un detalle climático de poca importancia pues, como oportunamente se verá, toda la economía mendocina está en relación directa con estos procesos de fusión de nieves y hielos.

Aparte de las temperaturas más elevadas, favorecen una mayor fusión de las nieves en Puente del Inca la existencia de menor

número de días de cielo cubierto y el aumento de días de cielo despejado (167 y 52, respectivamente).

En cuanto al régimen de vientos, la observación del gráfico correspondiente exige de más comentarios. Hay un absoluto predominio de los vientos del W y una clara orientación de los mismos en función de la de los valles. La mayor frecuencia corresponde a los vientos del W (718<sup>0/00</sup>), le siguen los del E (85<sup>0/00</sup>) y en tercer lugar vienen las calmas (72<sup>0/00</sup>).

Si bien el número de heladas de Puente del Inca es menor que en Cristo Redentor (149) los valores mínimos absolutos de temperatura indican que puede helar cualquier día del año.

Cristo Redentor da mayor sensación de clima de altura por la cercanía de glaciares tales como los del Tolosa al E y los Dos Leones al W. El clima de Puente del Inca da sensación de mayor aridez.

Un examen atento del clima del valle en cuestión pone de manifiesto la existencia de fenómenos periglaciares que, lógicamente, no alcanzan la variedad de formas que pueden observarse en la quebrada de Matienzo; pero de todas maneras se ve claro en los fenómenos de gelifracción y algunos procesos de origen nival. Tales son los grandes taludes de escombros y las vertientes de reptación, sin que falten esbozos de vegetación en círculo y principios de suelos empedrados.

En cuanto a la vegetación, la estepa arbustiva se ha tornado más densa y los ejemplares van cobrando mayor altura. Incluso puede hablarse, en la extremidad oriental de la sección en consideración, de estepas arbustivas con presencia de jarilla, bien desarrolladas. Además, los faldeos consolidados comienzan a puntearse de coirones; pero jamás alcanzará este escaso tapiz vegetal para sostener un nutrido ganado menor, ni mucho menos mayor, como en los valles del sud. No hay vegas en el valle del río Mendoza.

Dentro de este cuadro no existen incentivos para la instalación permanente o temporaria del hombre, como ocurre en las vegas pastosas del sud. El clima no lo permite. Solo la atención del camino y el ferrocarril internacional, la línea telefónica que une a Argentina y Chile, y la actividad turística, justifican la presencia del hombre.

El valle de Las Leñas, entre 2.900 y 2.600 m, no tiene más instalación que un paradero ferroviario el cual con las nuevas y potentes locomotoras va perdiendo razón de ser y permitirá librar a los po-



bladores de las acechanzas de los rodados durante nevadas excepcionales.

Entre la morena de Horcones y el km 151, a 2.500 m de altura, a despecho del clima, se encuentra el sector de más interés del valle, Puente del Inca, por sus fuentes termales y su condición de primer peldaño hacia la cumbre del Aconcagua que tantos andinistas congrega anualmente. No hay población estable. Los 215 habitantes que agrupa, incluidos los del valle de Santa María, son todos empleados transitorios. Punta de Vacas reviste menos interés y su población, si se exceptúan los gendarmes, es mínima.

Desde esta última localidad se siente menos la sensación de clima de alta montaña; pero no se encuentra más población hasta Polvaredas, cuya actividad gira en torno al ferrocarril. Se trata de una población a 2.120 m, de 470 habitantes. Aún a esta altura los bloqueos invernales constituyen un peligro.

### *Valle de Uspallata*

Desde Punta Negra hacia abajo, se encuentra el valle de Uspallata cuyo clima local parece ser francamente autóctono pero que, con los pocos datos disponibles, no sabemos si asimilar al valle transversal o al longitudinal que se extiende al N y se prolonga por San Juan. De todas maneras daremos a conocer sus caracteres esenciales y procuraremos alguna explicación.

La situación altitudinal y la morfológica explican sobradamente el gran cambio que se va a producir en el clima local de Uspallata, con respecto a los anteriores.

El valle se extiende, de S a N, más allá de la provincia de Mendoza. Se encuentra cerrado al sud por el elevado cordón del Plata (Fig. 128). Por el oeste y el este sus límites están dados por la cordillera del Tigre y de Uspallata, respectivamente.

El rasgo más característico, al igual que en los climas locales precedentes, es la aridez; pero en este caso mucho más acentuada. Basta indicar que siendo las temperaturas medias anuales de Uspallata 11° más elevadas que en Cristo Redentor, las precipitaciones han descendido a la mitad. Con respecto a Puente del Inca, las temperaturas son poco menos del doble más elevadas, pero las precipitaciones también son poco más de la mitad. Este aumento de temperatura y disminución de precipitaciones explican la mayor



FOR. 5 — Estalactitas en el Puente del Inca, durante el invierno.



FOR. 6 — En un clima más benigno y con la ayuda del riego, se ha instalado el pequeño oasis de Uspallata, entre la cordillera y la precordillera.

aridez del valle de Uspallata. Además, éste es el carácter configurado por las estadísticas meteorológicas correspondientes a la extremidad sud del valle, donde contribuyen a crear una imagen distinta a la que suministran los datos, la presencia de una enorme masa verde de árboles y pastos mantenidos con irrigación artificial, y la presencia misma del río Mendoza y el A<sup>o</sup> Uspallata.

Más al norte, luego de pasar el Barreal, el cordón del Sandalio y la Pampa Seca, la aridez se va acentuando paulatinamente y aparecen los típicos bolsones, incluso los barreales donde ni una mata de pasto crece. Esta extremidad N del valle, dentro de la provincia de Mendoza, constituye la zona de más bajas precipitaciones. Es inferior a 100 mm, como en el área de la planicie que se extiende desde Lavalle a la Capilla del Rosario, entre los ferrocarriles General San Martín y General Belgrano (Fig. 122). La aridez creciente hacia el N conduce de la estepa arbustiva al verdadero desierto que impera en el fondo de los barreales. Solo las ciénagas conceden el alivio del verde del tapiz vegetal.

Los datos relativos a la estación Uspallata son los únicos disponibles y es probable que solo reflejen con cierta fidelidad, a causa de la brevedad de la serie, los caracteres de la extremidad S del valle. Esta queda delimitada por un triángulo muy irregular, cuya base se extiende desde la Punta Negra, en el W, hasta un punto situado unos 4 km río abajo de la estación Uspallata. Su vértice podemos fijarlo, a título de referencia, en el C<sup>o</sup> Punta de Agua, de 2.773 m, en la extremidad S del cordón del Sandalio. Entre este cordón, el umbral constituido por la Pampa Seca (2.350 m) y la divisoria de aguas entre el afluente del A<sup>o</sup> Uspallata y los tributarios de la ciénaga del Yalguaraz (2.400 m), completan el cierre de la subunidad para la cual consideramos significativos los datos de la villa (Fig. 128).

Dos pampas, con pendientes al río Mendoza, las de Uspallata y Tabolango, se reparten el sector macizo del valle. El resto lo constituyen rampas suaves, a veces verdaderos glacis, que van descendiendo hacia el corredor del A<sup>o</sup> Uspallata y el sud. No hay dentro de este espacio tan convencionalmente limitado, si se exceptúan algunos restos de conglomerado de mogotes y de glacis superior, mayores complicaciones morfológicas con incidencia en el clima local. Son las grandes montañas que rodean el valle las que determinan las condiciones locales del clima.

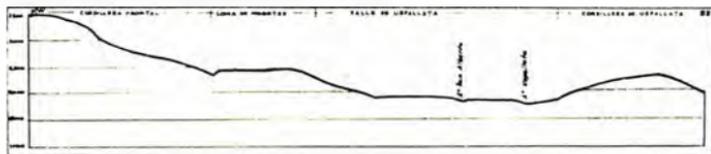
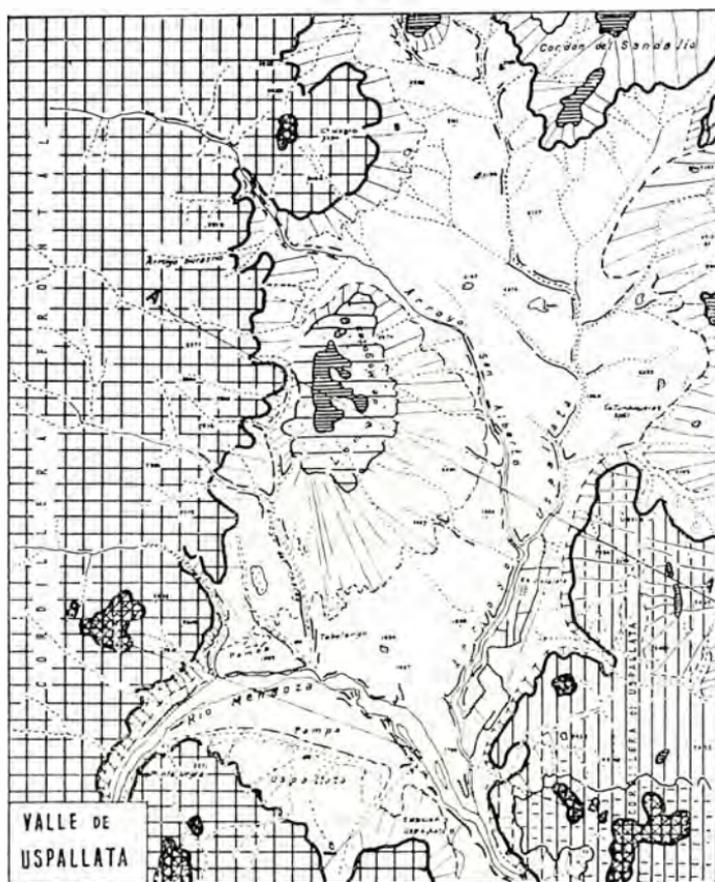


FIG. 128 — Bosquejo geomorfológico del valle de Uspallata.

Los cambios de escala para el trazado de las curvas térmicas de Uspallata (Fig. 129), en comparación con las de Cristo Redentor y Puente del Inca, permite advertir en qué medida se han ido elevando los valores térmicos desde los 3.800 m de altitud en Cristo Redentor a los 1.900, término medio, a que se encuentra la villa en consideración. En cada ocasión se ha elevado la escala en 10°. La marcha general de las precipitaciones no ofrece variantes de significación; si algún detalle pudiera llamar la atención —como la desaparición de la inflexión que hemos notado para las mínimas de Cristo Redentor en abril y Puente del Inca en febrero— debemos consignar que no le prestamos atención pues no sabemos en qué medida esas variantes son reales o si obedecen a deficiencias en las estadísticas.

Dejando de lado a Cristo Redentor, con la cual difiere fundamentalmente en cuanto a valores térmicos, efectuaremos la comparación con Puente del Inca. Al igual que esta localidad, la de Uspallata solo posee dos estaciones; es decir, invierno e intermedias. La diferencia radica en la menor duración de la estación fría de Uspallata (de fines de abril a mediados de setiembre). El fin de lo que vendría a ser la primavera concluye a mediados de enero y le sigue el correspondiente otoño.

Por otra parte, en Uspallata ha disminuido sensiblemente el número de heladas e incluso tiene 145 días libre de ellas (diciembre a febrero).

En cuanto a las precipitaciones, si bien son menores que las de las localidades precedentes, presentan una distribución anual más favorable. Es evidente, a través del gráfico (Fig. 129), que ya no se concentran en la estación fría, sino que se distribuyen en tres períodos, con el máximo durante los meses de verano. Ésta es, quizá, la primera manifestación de la dependencia de las precipitaciones respecto de los centros de acción del E, contrariamente a la alta montaña la cual depende del Pacífico. Además, los días con precipitaciones de nieve son mínimos: solo alcanzan a siete por año.

Todavía la orientación predominante de los cordones montañosos y los valles que encierran, hacen sentir categóricamente su influencia en la dirección de los vientos. Es indudable que la mayor frecuencia corresponde a los que ascienden desde el E, por el

Los cambios de escala para el trazado de las curvas térmicas de Uspallata (Fig. 129), en comparación con las de Cristo Redentor y Puente del Inca, permite advertir en qué medida se han ido elevando los valores térmicos desde los 3.800 m de altitud en Cristo Redentor a los 1.900, término medio, a que se encuentra la villa en consideración. En cada ocasión se ha elevado la escala en 10%. La marcha general de las precipitaciones no ofrece variantes de significación; si algún detalle pudiera llamar la atención —como la desaparición de la inflexión que hemos notado para las mínimas de Cristo Redentor en abril y Puente del Inca en febrero— debemos consignar que no le prestamos atención pues no sabemos en qué medida esas variantes son reales o si obedecen a deficiencias en las estadísticas.

Dejando de lado a Cristo Redentor, con la cual difiere fundamentalmente en cuanto a valores térmicos, efectuaremos la comparación con Puente del Inca. Al igual que esta localidad, la de Uspallata solo posee dos estaciones; es decir, invierno e intermedias. La diferencia radica en la menor duración de la estación fría de Uspallata (de fines de abril a mediados de setiembre). El fin de lo que vendría a ser la primavera concluye a mediados de enero y le sigue el correspondiente otoño.

Por otra parte, en Uspallata ha disminuído sensiblemente el número de heladas e incluso tiene 145 días libre de ellas (diciembre a febrero).

En cuanto a las precipitaciones, si bien son menores que las de las localidades precedentes, presentan una distribución anual más favorable. Es evidente, a través del gráfico (Fig. 129), que ya no se concentran en la estación fría, sino que se distribuyen en tres períodos, con el máximo durante los meses de verano. Ésta es, quizá, la primera manifestación de la dependencia de las precipitaciones respecto de los centros de acción del E, contrariamente a la alta montaña la cual depende del Pacífico. Además, los días con precipitaciones de nieve son mínimos: solo alcanzan a siete por año.

Todavía la orientación predominante de los cordones montañosos y los valles que encierran, hacen sentir categóricamente su influencia en la dirección de los vientos. Es indudable que la mayor frecuencia corresponde a los que ascienden desde el E, por el

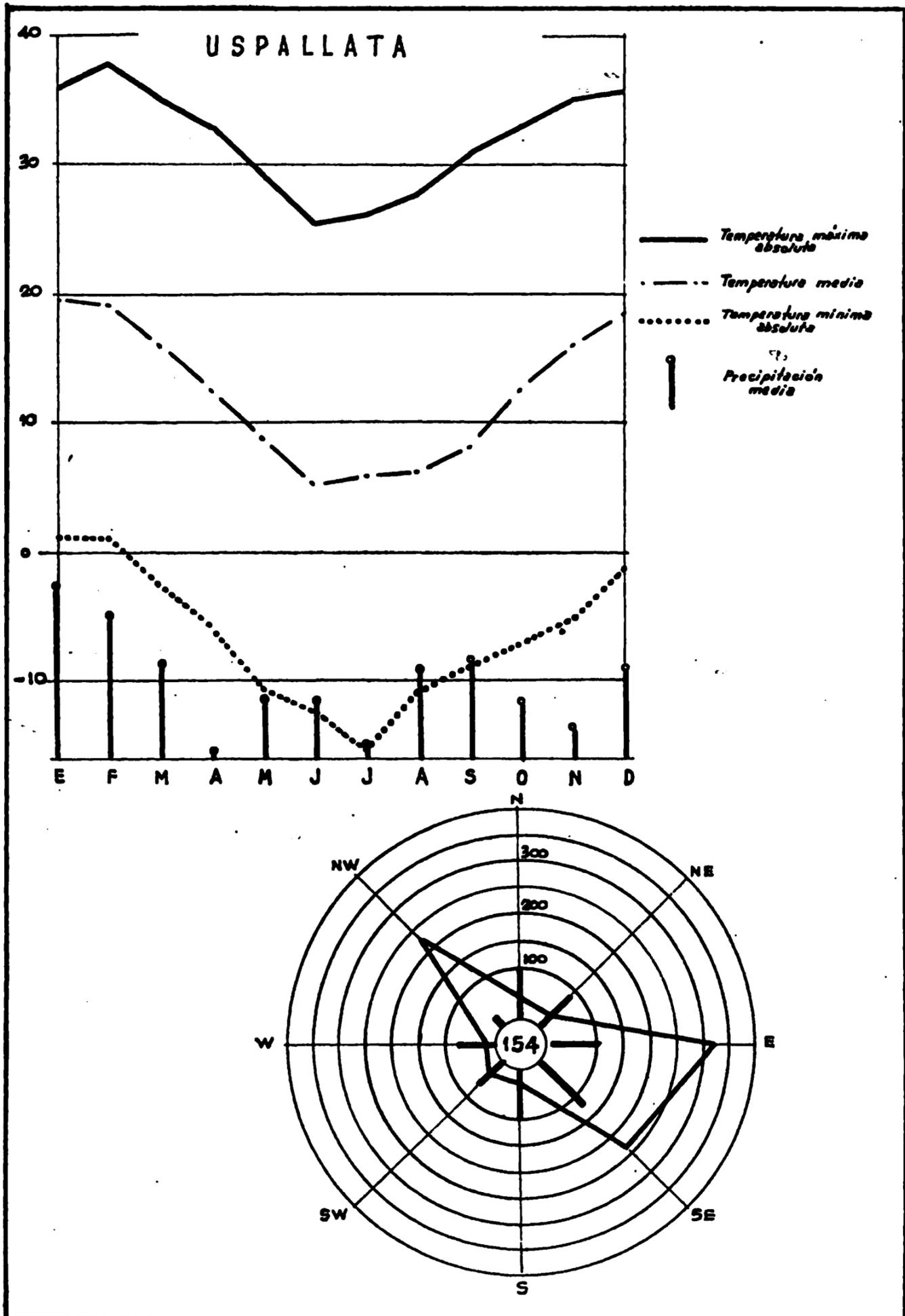


FIG. 129 - Uspallata.

valle del río Mendoza (319 y 230 <sup>0</sup>/<sub>00</sub> para el este y SE, respectivamente). El número de calmas es el doble (154) que en Cristo Redentor y Puente del Inca. En frecuencia se destacan también los vientos del NW, cuya dirección coincide con la del umbral que separa la cordillera frontal de la del cordón del Sandalio. La fuerza media, en general, es muy inferior a la de las estaciones precedentes.

Si se exceptúa el escaso monto de precipitaciones, suplido mediante el riego, las condiciones climáticas de Uspallata son mucho más benignas que las de la alta montaña. Incluso, el verano es una estación muy agradable y puede convertir a la villa en un verdadero centro de veraneo.

Las condiciones climáticas han configurado un paisaje morfológico muy diferente de las unidades locales analizadas precedentemente. Barreales y médanos manifiestan ya el predominio de un clima templado y seco, frente al frío y seco, de carácter periglaciario.

Las condiciones de clima apuntadas, más la existencia de extensos suelos fértiles y la irrigación, han posibilitado la instalación del primer núcleo humano cuya existencia no depende de la prestación de servicios ajenos a la calidad del medio y a cualquier precio. Unida a la minería, se encuentra la actividad ganadera y la agricultura. Dentro del valle existen establecimientos ganaderos dedicados a la crianza de ganado bovino y ovino, para lo cual se explotan pastos naturales y pequeños cursos de agua al amparo de un clima térmicamente benigno, aunque, como se ha dicho, muy árido. De todas maneras, la agricultura es muy restringida por cuanto las heladas pueden ocurrir, según puede verse en la curva de temperaturas mínimas absolutas, durante nueve meses del año. El período libre de heladas es demasiado corto para las exigencias de la mayoría de los cultivos. Éstos se limitan a forrajeras, papas y algunos frutales.

### *Valle precordillerano del río Mendoza*

El último tramo de este valle transversal a las cordilleras es el comprendido entre el límite este de Uspallata y la salida del río Mendoza a la planicie pedemontana.

El valle, en general muy estrecho, tiene una clara orientación general NW a SE. Morfológicamente, y también con respecto a



FOR. 7 — De la villa al norte, el clima se torna más árido y la estepa arbustiva se adueña del espacio en el valle de Uspallata.



FOR. 8 — Ya en el límite con San Juan, el fondo playo del bolsón se desnuda y el suelo se agrieta bajo un clima muy árido, con precipitaciones inferiores a 100 mm.

las grandes líneas estructurales, este tramo puede dividirse en tres partes diferentes.

En primer lugar, desde su comienzo hasta la quebrada del Salto, lo cierra la cordillera de Uspallata por la margen izquierda y la cordillera del Plata por la derecha. La segunda parte corresponde a la amplia depresión de Potrerillos. El valle se abre según un eje transversal al rumbo general; es decir, de NE a SW. La última parte corresponde a una estrecha garganta que el río antecedente abrió explotando una falla inversa que divide la extremidad sud de la cordillera de Uspallata, dejando a uno y otro lado los cerros de Los Baños y Cacheuta. Se extiende del A<sup>o</sup> Cacheuta al piedemonte. Desde el comienzo (1.700 m) a la terminación (1.250) el valle ha descendido 450 m a través de un perfil longitudinal muy regular, circundado de cumbres levantadas a muy distintos niveles y gran altura, como en la cordillera del Plata, algunas de las cuales alojan glaciares y la precordillera, cuya disección da clara orientación al valle principal, oculta en parte las planicies características de la cordillera de Uspallata (Fig. 130).

Junto a un progresivo y marcado aumento de las temperaturas y las precipitaciones, el valle no pierde su característica aridez, muy bien indicada por la naturaleza de la vegetación esteparia herbácea (coirones) y arbustiva (jarilla) con faldeos salpicados de grandes cactáceas. Es probable que, dado el aumento de las temperaturas, el balance hídrico no difiera del de las localidades anteriores.

Las precipitaciones de nieve son francamente escasas, aunque muy similares a las de Uspallata; el período de heladas se ha reducido en 25 % y, por primera vez, el valle tiene verano. Éste es mucho más corto y suave que el de la planicie, razón por la cual Potrerillos se va convirtiendo en una villa veraniega. La proliferación de algunos pastos nutritivos en suelos y lugares privilegiados, o la presencia de forrajeras cultivadas, como la alfalfa, bajo riego, han posibilitado el desarrollo de una ganadería mayor de baja calidad y una vida pastoril bastante activa, aunque de calidad inferior.

Lamentablemente, la estación de Cacheuta está instalada en un lugar tan estrecho y profundo que sus datos no son muy representativos de los caracteres generales del valle, máxime cuando los grandes vientos generalizadores de condiciones locales han cesado.

Ni los valores, ni la marcha anual de las temperaturas representan grandes cambios con respecto a Uspallata. El rasgo más

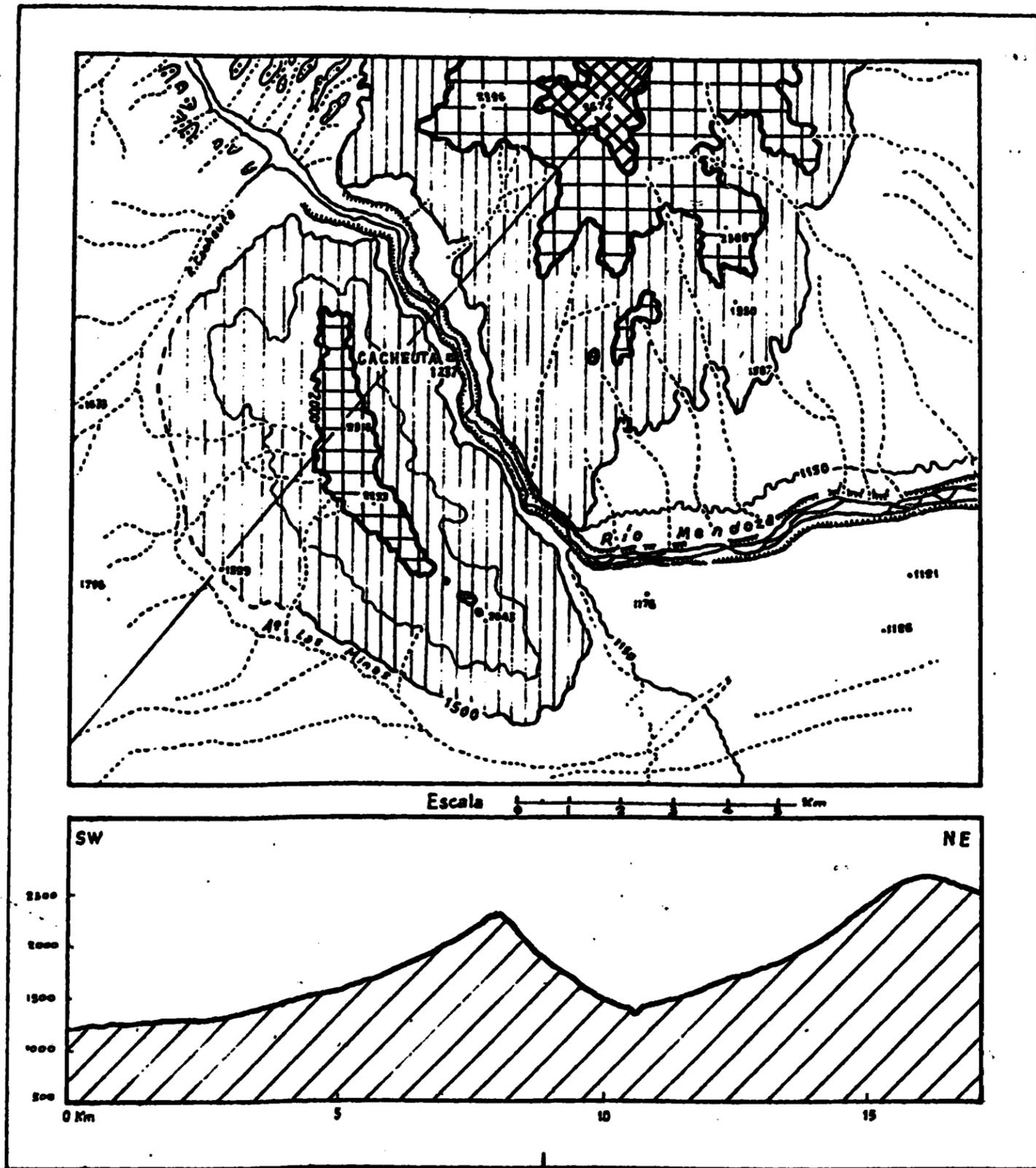


FIG. 130 — Bosquejo geomorfológico de Cacheuta.

destacado, como se ha señalado anteriormente, es la existencia de las cuatro estaciones del año, tal cual en la planicie mendocina, y con bastante similitud respecto de Mendoza (Fig. 131). Las heladas, que en Uspallata tienen una frecuencia media anual de 125 días, se han reducido ahora a 42, aunque pueden esperarse en cualquier día de un período todavía largo y que se extiende desde mediados de marzo a octubre.

El régimen de precipitaciones ya no corresponde al de la montaña, sino al de la planicie. Posee una máxima primaria en octubre

y otra secundaria en enero. En Mendoza es a la inversa, la primaria en enero y la secundaria en octubre. Igualmente existen en Cacheuta dos mínimas, de las cuales la primaria se registra en julio y la secundaria en diciembre.

El mayor volumen de precipitaciones corresponde al verano.

En cuanto a los vientos, continúan mostrando una franca dependencia de la morfología. El predominio del S (359) y el SE (262<sup>o</sup>/<sub>00</sub>) es evidente. Le siguen los del NW (140<sup>o</sup>/<sub>00</sub>) y los del N (79).

### *El frente occidental de la precordillera de Uspallata*

Si bien Villavicencio está ya fuera de los valles de la cordillera, analizaremos los caracteres de su clima local, para una mejor comprensión de los de la montaña.

Se encuentra enclavada a cierta profundidad en la quebrada del mismo nombre, a los 1.873 m de altura sobre el nivel del mar.

Sus datos están bastante influenciados y circunscritos por la morfología.

En oposición a Uspallata, situada en el borde occidental de la montaña, a los 1.800 m s/nm, Villavicencio se encuentra en el frente de falla que mira hacia el E (Fig. 119 a), sobre la depresión por la cual corren los ríos Las Peñas y Las Higueras. Ésta, justamente frente a Villavicencio, se eleva a 1.800 m, obstaculizando la libre circulación del aire del NE.

A causa de la altitud, que contrarresta los efectos de foehn a que pueden dar lugar la cordillera y la sierra de Las Higueras, Villavicencio carece, al igual que Uspallata, de verano. Además, el invierno es sensiblemente más largo que en la localidad mencionada últimamente, en casi dos meses. Las posibilidades de heladas, en ambas localidades, se extienden a los mismos meses; es decir, marzo a diciembre (Fig. 132).

El régimen de las precipitaciones, diferente a las de la alta montaña, pertenece al de la planicie mendocina. Al igual que en Mendoza, tiene una máxima primaria en febrero y otra en octubre, con una mínima en julio y una secundaria en diciembre. El mayor volumen de precipitaciones corresponde al verano. Las grandes tormentas con descargas eléctricas, con chaparrones intensos, propios del piedemonte, se hacen presente aquí, como ya se venía

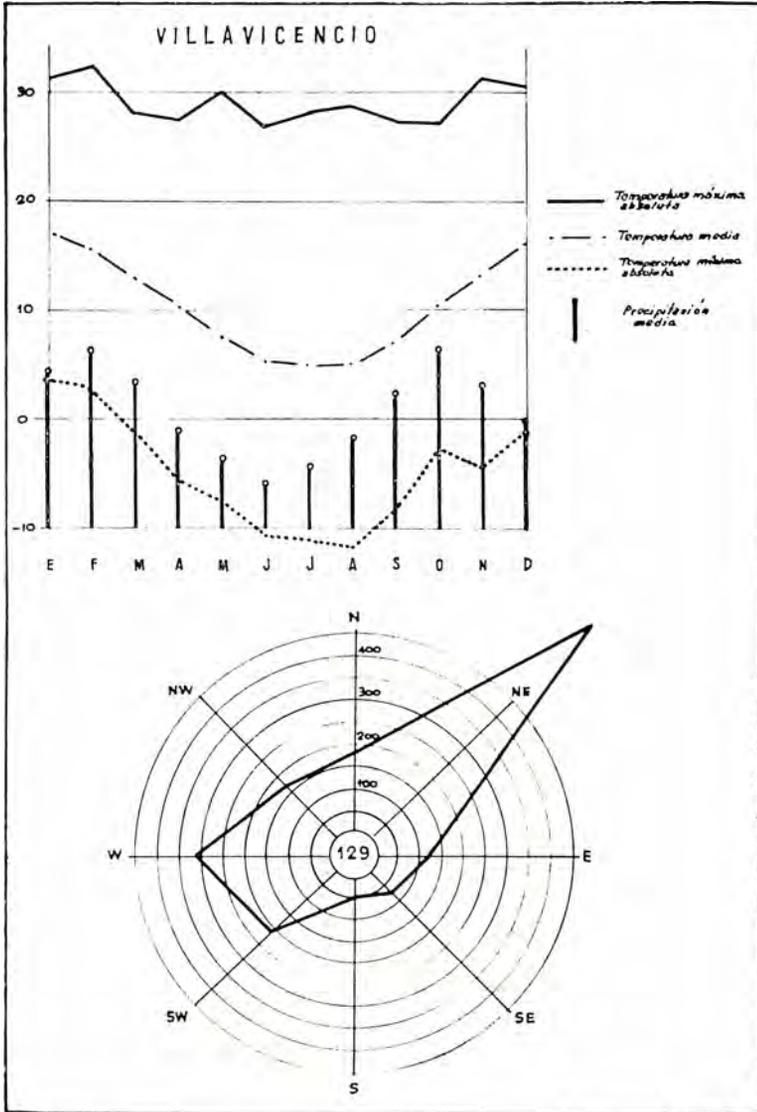


FIG. 132 — Villavicencio.

manifestando desde Cacheuta. Los días de cielo claro han sufrido una disminución con respecto a Puente del Inca.

En cuanto al viento, por primera vez se manifiestan netamente los del NE, aunque siempre influidos por la morfología. Les corresponde una frecuencia de 332 ‰, le siguen los del NW (153 ‰) y los del SW (107 ‰). Las calmas alcanzan al 129 ‰.

Las estaciones situadas en el borde de la precordillera (Uspallata y Villavicencio) y en el valle del río Mendoza (Cacheuta) dada la posición muy por debajo de la altiplanicie con la cual culmina la montaña, no pueden suministrar una idea de las condiciones del clima en la parte superior del bloque. Solo la observación directa de la superficie en la cual culmina suministra algunos conocimientos muy generales.

Se trata de una altiplanicie (Paramillo de Uspallata), cuyo nivel medio se encuentra a los 3.000 m de altura. Sobre ella existen cumbres mucho más altas todavía. Por su posición sufre la influencia de los vientos de la planicie y los de la alta montaña. La barra del Zonda, como se verá oportunamente, reposa muchas veces sobre ella. La influencia de las masas de aire del N y NE se refleja en el régimen de precipitaciones, y las nevadas obedecen a las fuertes invasiones de masas de aire del S y grandes sudestadas. En reiteradas ocasiones, desde el invierno, luego de las irrupciones de las masas que acaban de citarse, el frente de la montaña y sus bordes superiores aplanados suelen verse desde la llanura blanquear por la nieve, especialmente luego de la salida del Sol. La prolongación de este colorido, con cielos despejados, es muy común, pero estimamos que se trata de nieve congelada o simplemente de heladas blancas.

Más que a la falta de precipitaciones, la naturaleza del tapiz vegetal, estepa herbácea muy aislada, obedece a las bajas temperaturas. Ello explica la falta de vida pastoril. La irradiación nocturna y la altitud justifican el carácter periglaciario en ciertas épocas del año. Además, como superficie condensadora del aire, produce algunas nieblas.

Luego de esta somera visión de los climas locales de las cordilleras en su parte septentrional, se intentará un análisis de los correspondientes a la parte meridional, donde existen menos datos estadísticos todavía.

CAP. V. — CLIMAS LOCALES DE LA EXTREMIDAD SUD DE LAS MONTAÑAS

*Valle del Atuel*

El valle del Atuel se encuentra enclavado en plena cordillera, al SW de Mendoza (Fig. 118).

De acuerdo con su rumbo, desde sus cabeceras situadas en el paso de Las Leñas (Fig. 133), hasta su salida a la llanura pedemontana, frente a la estancia del Sosneao, puede dividirse en dos tramos. El primero con rumbo predominante N-S, se extiende, a lo largo de un recorrido de aproximadamente 30 km, hasta casi el lugar llamado de los Baños del Sosneao. En este lugar, en el que comienza el segundo tramo, de acuerdo a la orientación, gira unos 50° y toma rumbo predominante ESE, a lo largo de unos 60 km, inclinándose algo más al SE en los últimos 12 km de su recorrido. Todo el valle se encuentra comprendido entre los paralelos 34° 30' y 35° 03'.

Ubicado en la extremidad meridional de los Andes áridos, el valle está separado del ambiente del Pacífico por el cordón del límite internacional y linda al E con una extensa planicie pedemontana, en parte muy deprimida, en la cual ha penetrado como una cuña el ambiente patagónico. Aún dentro del ambiente cordillerano y en sentido norte-sud, su posición es casi de transición entre los Andes áridos y los patagónicos.

Extendido entre los 4.130 m, altura a la cual se encuentra el paso de Las Leñas, y los 1.630, en su terminación sobre el abanico de deyección en el cual se asienta la estancia del Sosneao, el valle está flanqueado por dos cordones en los cuales alzan sus cabezas importantes volcanes. El de la margen izquierda tiene cerros como el Overo (4.750 m), el Sosneao (5.160) y otras eminencias menores que van perdiendo altura hacia el E hasta rematar en el cerro del Agua Caliente, al N de la estancia del Sosneao (1.790 m). El cordón de la margen derecha tiene cumbres como el cerro Los

Gateados (3.724 m), Amarillos (3.836) y el magnífico aparato volcánico del Risco Plateado (5.000 m) y su hermano plutónico, el Paraguay (4.589); también este cordón pierde altura hacia el E, hasta terminar en las Lomas de Coihueco, cuyo cerro mayor es el Coihueco, al S de la estancia mencionada (1.800 m). Los cerros Agua Caliente y Coihueco forman el portal de entrada al valle.<sup>48</sup>

La falta casi absoluta de datos estadísticos nos ha obligado a realizar el estudio climático del valle a base de los más diversos elementos de juicio, sacando partido de la morfología, la hidrografía, la cubierta vegetal y la actividad humana. Claro está que el valle no solo se presta para una investigación de este tipo sino que resulta francamente cautivante y merece una atención mucho más detenida de la que le hemos prestado hace varios años, y la revisión de no pocos conceptos.

Luego de la presentación general de los aspectos físicos, biológicos y humanos, se expondrán las conclusiones que estimamos más correctas.

Un inventario rápido desde el cordón del límite hacia el E, muestra, en primer lugar, formas recientes creadas por glaciares estacionarios o en retroceso. A éstas corresponden los *matterhorn*, los circos sin hielos o con ellos, y las grietas circenses (*rimayas*). Siguen las formas de acumulación también creadas por el hielo, constituidas por morenas caóticas. Estas alternan a veces con coladas de lavas y escorias volcánicas, que forman barreras detrás de las cuales se acumulan las aguas dando lugar a depósitos lacustres, como la laguna del Atuel y el Sosneao. Las de niveles superiores se congelan por períodos acordes con la altitud absoluta. De la laguna del Atuel (Fig. 133), valle abajo, la erosión hídrica ha renovado el paisaje al abrirse paso entre morenas que cubren un antiguo valle fluvial, probablemente, y hombreras colmadas de material morenítico, hasta alcanzar una garganta y catarata que entre los 2.500 y 2.400 m s/nm ponen la nota espectacular en el ámbito del torrente y, a continuación, una artesa glaciar que marca el límite más bajo alcanzado por los hielos recientes. A esta artesa vierten sus aguas arroyos que sobre fondos de valles suspendidos buscan el nivel de base en el colector, de erosión más acelerada. En los altiplanos, viejas formas achatadas en bloques sobreelevados por

<sup>48</sup> CAPITANELLI, R. G., *El río Atuel...*, cit.

# EL RIO ATUEL EN SU CURSO DE MONTAÑA POR R. CAPITANELLI

REPRODUCCION DE LA CARTA TOPOGRAFICA DE  
LA REPUBLICA ARGENTINA DEL I G.M. ESCALA  
1:100 000 - EDICION 1947

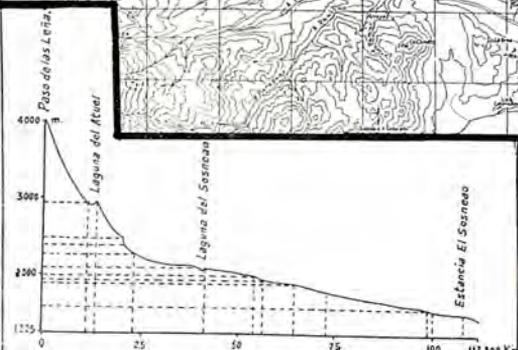
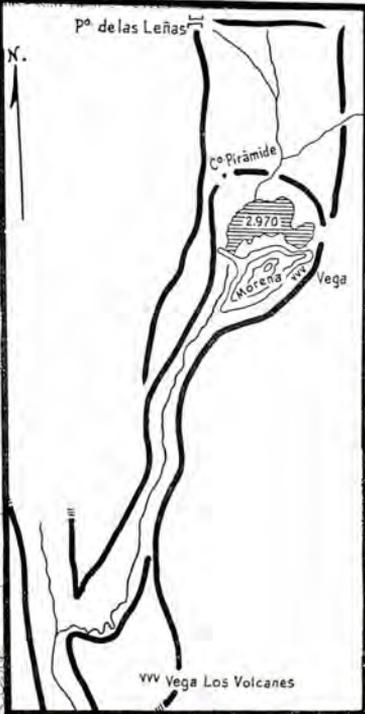
## REFERENCIAS

Piso - Pista Ven - Veredas Utrero

Zona con hielos periglaciales Cosecación



Equivalente a 100 metros



encima de los cuales se yerguen las cumbres volcánicas y en los valles, a veces a gran altura, coladas basálticas sobrepuestas a depósitos calcáreos mesozoicos. No son ajenas a estas formas, rupturas de pendientes de gran magnitud y acumulaciones caóticas de materiales inestables que forman extensos acarreos.

Quizá parezcan exagerados estos detalles morfológicos para la comprensión de un clima local, y mucho más ciertas precisiones geológicas tales como las relativas a basaltos, calcáreos mesozoicos, acarreos, etc. Sin embargo, son de máxima importancia. Lo que pasa es que con los datos disponibles no podemos detectar las consecuencias de las diferencias anotadas. Quedan esos pocos datos aquí indicados como un índice, pero no podemos señalar sus efectos.

Río abajo, después de los 2.300 m, se abre un valle en auge favorecido por la contrapendiente creada por los hielos más antiguos, limitados por vertientes disimétricas y conos de deyección que bajan de los interfluvios y cuyas cabeceras ya casi se tocan con las de las vertientes vecinas del río Diamante, por el N, y el Salado, por el S. Vegas y pantanos con escapes de gases, con frecuencia sobre el lecho de crecidas, alternan con barrancas de rebote.

Entre 2.100 y 2.000 m, se encuentra un complejo fluvio-glaciar correspondiente a la más antigua morena visible en el valle. Sobre la depresión terminal creada por el antiguo glaciar, se han acumulado las aguas que han dado origen a la laguna del Sorneo, *Drumlins* y anfiteatro morenítico, y conos de transición con terrazas fluvio-glaciares, prolongan el complejo por un espacio de 5 km, hasta el A<sup>o</sup> Malo.

Una amplia llanura aluvial y un último pliegue de alturas reducidas, ponen fin al valle superior del Atuel, el cual hacia la planicie pedemontana se prolonga por amplio cono de deyección que fija el punto de inflexión del río.

En el ámbito inferior del valle se encuentran médanos encajados a las colinas moreníticas, algunos de ellos semicontenidos por vegetación xerófila. Finalmente, cabe citar las formas cársticas.<sup>49</sup>

El valle del Atuel, como toda la gran montaña mendocina, está sometido a la frecuente presión del anticiclón pacífico, el cual genera las corrientes de aire que llevan la humedad a la cordillera,

<sup>49</sup> CAPITANELLI, R. G., *Aspectos nivológicos, glaciológicos y morfológicos del Atuel*, en "Revista Geográfica", t. XXXI, N<sup>o</sup> 57, Rio de Janeiro, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 1962, p. 5-28.

pero que también se transforman en vientos de tipo foehn, aunque a la latitud del Atuel no adquieren la intensidad del Zonda típico de la parte septentrional. Sin embargo concurren a la formación de un dominio climático árido en la vertiente oriental de la cordillera. El citado anticiclón es responsable de las nevadas invernales en la alta cordillera, las cuales alcanzan a desbordar el límite argentino-chileno dando lugar a los hielos de las más altas cumbres como el Overo, Sosneao, etc.

Influyen, aunque en menos ocasiones, las sudestadas, que por haber recorrido el extenso territorio argentino en diagonal, desde el Atlántico hasta los Andes, llegan sensiblemente atenuadas a las faldas andinas. El efecto de estas sudestadas es la producción de nieve al pie de los Andes y en ciertas ocasiones deben penetrar por lo menos hasta los 2.000 m de altitud, en el valle del Atuel.

El anticiclón atlántico, que ya llega bastante atenuado a la latitud de Mendoza y, con más razón a la de San Rafael, no debe tener efectos visibles y considerables en la parte baja del sector cordillerano del Atuel.

No caben dudas de que los vientos que entran al valle, por un extremo o por otro, como ocurre en todos los valles cordilleranos, son orientados en su recorrido por las altas cumbres.

A los fines del estudio de las temperaturas, hemos considerado, en forma general, los dos extremos altitudinales del valle que pueden orientar sobre las condiciones medias de dos ambientes distintos.

A la entrada del valle, más o menos a 1.600 m de altitud, las temperaturas medias anuales se parecen un poco a las de Malarгүйe, y oscilan entre 10 y 15°. La temperatura máxima absoluta probable es de 35°; contrariamente, la mínima absoluta debe descender a valores inferiores a -10°. Hacia el E y a solo 100 km en plena llanura, en la localidad de El Nihuil, ha sido registrada una mínima de 27° bajo cero, que no puede producirse con facilidad a la entrada del Atuel por encontrarse más reparada de los vientos fríos del Sud.

En el alto Atuel, más o menos a los 3.000 m, la temperatura media anual debe oscilar entre 1 y 5°. Las mínimas absolutas deben alcanzar a los 30° bajo cero, mientras que las máximas absolutas pueden alcanzar a valores entre 20 y 25°. Térmicamente se asemeja el alto Atuel a Puente del Inca.<sup>80</sup>

---

<sup>80</sup> CAPITANWELL, R. G., *op. cit.*

Es evidente que por encima de los 3.000 m s/nm existe un paisaje completamente distinto, a causa de condiciones climáticas también diferentes. No existen estadísticas relativas a este aspecto, pero la observación directa permite la formación de una idea general sobre el particular.

Entre los 3.000 y los 3.500 m s/nm la vegetación es típicamente nival; es decir, baja, herbácea, de tallos carnosos y flores vistosas. No falta la vegetación planchada.

La comparación con otros lugares cordilleranos permite suponer que la temperatura media anual debe oscilar entre 1 y 5° y las mínimas absolutas deben alcanzar valores de -30°; es decir, un "clima nival de transición" hacia el glacial de las altas cumbres, en un ambiente de escurrimiento del agua de fusión de las nieves.

Arriba de los 3.500 m la vegetación ha desaparecido totalmente (Fig. 134), dentro de un "clima glacial o de las cumbres andinas" cuyo límite inferior está dado por el superior de la vegetación (3.500 m). De más está decir que se trata de un dominio climático de Puna y de cúspides andinas. No es posible precisar valores respecto de las condiciones térmicas, pero el dato señalado y la existencia de hielos perpetuos en campos de regular extensión permiten imaginar el ambiente que allí reina. Las heladas son diarias todo el año. Las amplitudes térmicas son grandes —como corresponde a un clima árido de alta montaña— y los valores pueden estimarse entre 45 y 50°, a lo largo del año.

La descripción de algunos aspectos glaciológicos y morfológicos dan una impresión más vívida del clima que reina a esta altura y del paisaje que ayuda a configurar. Una buena síntesis, relativa a motivos de nuestro interés, ha sido realizado por Colqui.<sup>21</sup> "El amplio muestrario, dice, de manifestaciones glaciológicas que es la cordillera de los Andes, tiene en la alta cuenca del río Atuel algunos de los más clásicos ejemplos de glaciares de tipo temperado. En efecto... el valle del Atuel, cuya orientación predominante corre paralela al eje principal de la cordillera, presenta una pared occidental como portadora de una serie de glaciares que en el pretérito, seguramente han tenido un campo de alimentación común del tipo lóbulo, pero que en el presente, salvo el caso desde luego

<sup>21</sup> COLQUI, B. S., *Contribución al estudio del Glaciar Cráter Oeste del Cerro Volcán Ozero*, Comunicación presentada a la XXIII Semana de Geografía, Mendoza, 1961.

de muy potente precipitación nival reciente, recoge la nieve en recintos perfectamente delimitados entre sí, ofreciendo cada uno los elementos clásicos de todo aparato glacial del tipo aludido al principio: circo, sistema morénico y arroyo subglaciar. Cabe consignar que toda la zona presenta cumbres que quedan por debajo del actual límite de la línea de nieves, fenómeno que permite al observador el acceso visual directo al sistema morénico denunciante de una activa erosión glacial reducida en este caso al estricto ámbito del perímetro mojado de los glaciares. La nieve por su parte ejerce seguramente su función de desgaste de las paredes en modo activo también, ya que las altas cumbres son todas del tipo Matterhorn denunciante de este fenómeno".

Al promediar diciembre, "en el costado oriental del valle comienzan los mantos de nieve en lugares relativamente protegidos del viento, a los 3.000 m s/nm para ir aumentando en superficie y frecuencia hasta el lugar denominado El Ángulo, a los 3.200 m s/nm; aquí son frecuentes las acumulaciones de 300 m de diámetro mayor en las formas lobulares con espesor comprobado de hasta 2.800 m en su parte central.

"Al llegar a los 4.000 m se advierte la presencia de suelos permanentemente congelados o *permafrost*, circunstancia que persiste hasta la cumbre del cerro Volcán Overo."

Un interesante índice climático lo constituyen los penitentes de nieve (Foto 9). Keidel, que compendió los trabajos sobre el particular y expuso su propio punto de vista sobre las causas de tan curioso hecho, los denominó nieve penitente; pero nosotros preferimos denominarlos penitentes de hielo, pues si bien la primera denominación apunta más a su origen, la segunda está más de acuerdo con su naturaleza última y da una visión más completa de las condiciones climáticas bajo las cuales se termina su formación.

Según el autor citado, la zona del Atuel lindaría con la de mayor desarrollo de penitentes, que se encuentra desde el río Diamante al N.

Observó en muchos lugares que los penitentes se pueden presentar en alturas por debajo de los 3.500 m habiéndose los encontrado al norte del Atuel a la altura de 2.750, siendo este punto el más bajo a que los vio en los Andes argentinos. En cuanto a la máxima altura observada en el Atuel es de 3.600 m.

En lo que a la época de presentación se refiere, dice haberlos encontrado, al norte del Atuel, en la "segunda parte de noviembre:

es decir, más o menos, entre el equinoccio de primavera y el solsticio de verano...".

Además los observó en "los ramales laterales del Arroyo Blanco y del Arroyo Manga, sobre la margen izquierda del río Atuel" más o menos a 2.900 m de altitud. En el valle de los Tábanos, ramal del Arroyo Blanco, los encontró entre 2.800 y 2.900. "La posición inferior a los cuales los encontró —según se dijo— 2.750 m corresponde al ramal más meridional del valle del Freno, uno de los valles laterales del Arroyo Manga".<sup>52</sup>

A los lugares en los cuales los observó Keidel es necesario agregar los penitentes de la falda del Sosneao y del Overo. De los primeros tenemos noticias y fotos proporcionadas por los andinistas. De los segundos, aparte de nuestras observaciones, tenemos menciones de Colqui.

En febrero de 1955, cuando realizábamos nuestras observaciones, los penitentes del Overo estaban por encima de los 3.600 m s/nm indicado por Keidel como altura máxima a la cual él los viera. Probablemente los encontramos a la altura de 3.900 m. El mismo día vimos penitentes a 4.700 m; en la misma cumbre del volcán Overo.

La vegetación constituye un índice climático imprescindible cuando faltan las estadísticas y la hemos aprovechado, en la medida de lo posible, para caracterizar el clima del Atuel.

Nuestros Andes mendocinos corresponden fitogeográficamente al Dominio Andino con la Provincia Altoandina y la Patagónica.<sup>53</sup>

Dentro del valle del Atuel y, por consiguiente, de las cimas, cumbres y altiplanos que lo circundan, faltan los árboles y solo en la parte inferior (hasta el arroyo Colorado) se presentan arbustos pequeños, como así las hierbas y plantas xerófilas achaparradas con frecuencia en cojines, almohadilladas. Junto a los cursos de agua (ríos y arroyos) lagunas y pantanos, el suelo se cubre de un verde tapiz hidrófilo.

<sup>52</sup> KEIDEL, J., *Sobre la nieve penitente de los Andes*, Buenos Aires, Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, 1918.

<sup>53</sup> RUIZ LEAL, A., *Flora mendocina*, en "Anuario. Síntesis estadística y geográfica", Mendoza, Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas de la Provincia, 1952, p. 3-9.



2) *Ecotono entre el páramo o desierto andino y la Patagonia*, de los 2.500 m hacia abajo.<sup>54</sup>

Con los datos disponibles es difícil formarse una idea clara del origen, cantidad y distribución de las precipitaciones. Un análisis muy laborioso de los mismos —interpolación y confrontación de valor a valor— permite trazar un cuadro aceptable, pero siempre dudoso.

En la distribución de ellas tienen papel preponderante la orientación de los cordones montañosos, del valle y la altitud.

Del análisis de los pocos datos disponibles y las observaciones del paisaje, parecen existir tres zonas de precipitaciones, en sentido muy general, sin que sea posible precisar límites.

En el nivómetro de la laguna del Atuel, ubicado a 2.750 m s/nm, la nieve es superior a los 500 mm. La serie estadística analizada es muy breve e irregular; sin embargo, pueden citarse ya registros de 935 mm (año nivométrico de 1948-9), 910 mm (1947-8) y un dato, aunque dudoso o excepcional, de 2.353 mm (1944-45). Además, corroborando lo anotado, en la administración de la compañía Sominar hemos podido observar fotografías correspondientes al lugar en donde dicha administración está emplazada (2.250 m s/nm), en la cual la nieve cubría completamente los edificios de altura normal. Por todo ello nos inclinamos a creer que si bien las cifras citadas son dudosas, no deben alejarse mucho de lo posible. Finalmente, como en toda la zona de alta montaña, tienen importancia, en la distribución de las precipitaciones, el factor exposición, por un lado, y la acción de los violentos vientos por otro, que acumulan la nieve en forma muy caprichosa. Es por esta razón, precisamente, por la que no hemos querido tomar las observaciones de la altitud de los penitentes como índice probable de la magnitud de las nevadas; sobre todo cuando están tan influenciados por la exposición y vientos.

De acuerdo con los escasos datos correspondientes a las mediciones efectuadas en el hotel Termas del Sosneao, a 2.175 m s/nm, el promedio anual de precipitaciones alcanza a unos 400 mm. De este total, en los meses que van de abril a julio caen 311 mm; de agosto a noviembre 70, y de diciembre a marzo 15. Es decir, habría

---

<sup>54</sup> CAPITASELLI, R. G., *El río Atuel...*, cit.

un período de lluvias de abril a noviembre con una acentuada disminución a partir de agosto (Fig. 135). El período de sequía correspondería a los meses que van de noviembre a marzo. La máxima mensual corresponde a mayo y la mínima a febrero. El régimen es invernal, como el del lado chileno de los Andes. La disminución a partir de agosto puede atribuirse a la intensificación de los vientos foehn.

En cuanto a los registros correspondientes al Sosneao, según el pluviómetro instalado a 1.600 m s/nm, arrojan un total medio anual de 180 mm; es decir, menos de la mitad de la cifra correspondiente al hotel Termas del Sosneao. A los cuatro meses que van de abril a julio corresponden más de la mitad del total de las precipitaciones (102 mm) y los 81 restantes a los 8 meses que van de agosto a marzo. El primer período, de lluvias invernales, tiene su máxima en julio, como Malargüe, que participa del régimen de precipitaciones patagónicas. El segundo período tiene su máxima entre noviembre y diciembre; es decir, como Mendoza, que participa del régimen de precipitaciones del verano del norte argentino. En suma, el régimen del Sosneao es de transición entre el gran sistema de precipitaciones del N y del S del país.

Las irregularidades que presentan las curvas de precipitaciones pueden imputarse, en gran parte, a la brevedad de la serie estadística utilizada. En la correspondiente al hotel Termas, el dato de 25 mm en noviembre, ha sido reemplazado por diez por ser éste más lógico, según interpolación gráfica. De todas maneras, es necesario aceptar que las desviaciones de las precipitaciones respecto de los valores medios que pueden suponerse normales, son muy grandes. Así, en el Sosneao, frente a un valor medio anual de 180 mm, existen máximas mensuales de 136 mm en el mes de mayo de 1952, y de 102 en agosto de 1953; en el pluviómetro del hotel Termas del Sosneao, frente a un valor medio de 400 mm, se han registrado datos de 263 mm en mayo de 1940 y 169 en julio del mismo año.

Resulta casi imposible establecer la extensión de los regímenes que acaban de describirse ateniéndonos exclusivamente a las cifras. Es probable que la isohipsa de 2.500 m marque el límite entre los valores correspondientes al nivómetro de la laguna del Atuel y el pluviómetro del hotel Termas del Sosneao. Más seguro, de acuerdo con el paisaje es el límite entre el régimen del hotel Termas del Sosneao y el de la estancia del Sosneao, que puede establecerse a la altura a la Cueva del Indio, a unos 2.075 m s/nm.

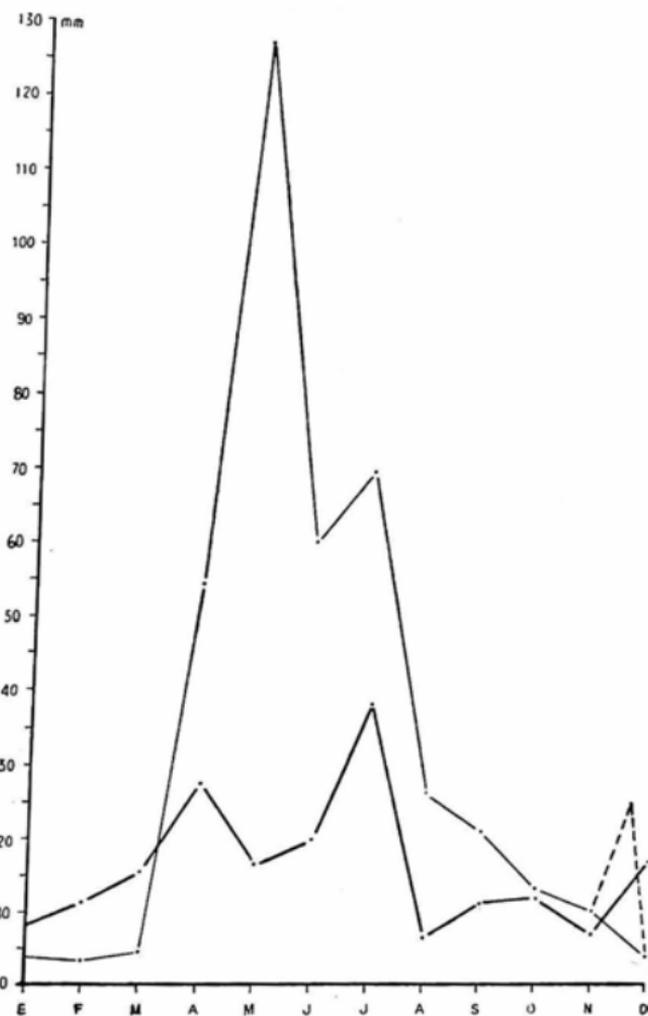


FIG. 135 - Precipitaciones correspondientes a: a) Etancia del Sosneao (línea inferior), y b) Hotel Termas El Sosneao (línea superior).

A partir de este límite, el clima se torna, río abajo, cada vez más árido.

Sobre estos elementos climáticos y los factores correspondientes preferimos no emitir juicio a causa de la falta de datos y testimonios precisos. Lo que de ellos podríamos decir no serían más que generalizaciones propias de todos los ambientes de montañas en los Andes áridos.

Si bien las descripciones realizadas ilustran algunas características de la zona, no son suficientes para determinar aspectos climáticos. Para ello es menester recurrir a otros índices entre los cuales tiene particular importancia no solo la vegetación en sí, sino también los efectos del clima sobre ella. Por este motivo vamos a referirnos, antes de ensayar una división de los climas locales posibles, a un caso especial de destrucción de las plantas por la nieve.

En este sentido, las investigaciones en el arroyo Nilo o Nield y valle del Atuel, realizadas por el Dr. Adrián Ruíz Leal y el Ing. Fidel A. Roig, revisten particular importancia porque son francamente reveladoras de una serie de aspectos físicos, biológicos y humanos de estrecha relación con el clima.

El efecto de la nieve se traduce en un aplastamiento de los arbustos y orientación hacia la pendiente, la cual presenta ramas muertas. "Muchas plantas herbáceas, particularmente *Senecio gilliesii*, muy común en todo el curso visitado, daban la impresión de haber sido planchadas contra el suelo. *Adesmia ohovata*, que domina en la mayor parte de las asociaciones de la quebrada, se la encontraba recostada hacia el arroyo y presentaba sus ramas más viejas, arrancadas de la base, secas y caídas al suelo. Otras plantas como *Malesherbia mendocina*, conservaban aún su follaje del año anterior, pero completamente planchado y seco, como si hubiera sido cuidadosamente herborizado. Las gramíneas en general se presentaban también aplastadas y peinadas hacia la pendiente, en muchos casos, con abundante follaje muerto. Los pastos, formando círculos, eran frecuentes en todo el curso explorado".

La destrucción y planchado de las plantas, según los autores citados, es producto de un fenómeno netamente mecánico resultante de la combinación de la acumulación de nieve en las pendientes, acrecentada por la misma vegetación y su posterior deslizamiento por efecto de gravedad y pendiente. Cuando ésta falta, la acumulación de nieve se traduce en mero aplastamiento.

En el caso de las gramíneas en círculo, el agente destructor es siempre la nieve. La planta vuelve a brotar en los contornos de lo que fue una microcalota glaciaria o simplemente nieve. La desaparición del material muerto en el centro del círculo podría deberse a diversas causas: "viento, pisoteo, fermentación, etc., quedando así, entonces, el círculo perfectamente formado".

El límite altitudinal inferior de este fenómeno, corresponde a la isohipsa de 2.000 m y el superior a la de 3.000. Por lo demás, se trata de una zona de transición en la "que existen plantas totalmente adaptadas a la acción de la nieve (hemicroptófitos paquirrizos y caméfitos), al lado de otras especies que no parecen manifestar adaptación (en general nanofanerofitos)".

Los mismos efectos fueron observados en las estepas arbustivas de *Adesmia aff. trijuga* en el lecho del río Atuel, desde que recibe el Nield hasta la administración de la compañía Sominar.

Es éste un fenómeno de íntima vinculación climática con repercusión no solo biológica sino también humana. Tratándose de una zona de actividad pastoril, conviene señalar las conclusiones a que han arribado el Dr. Ruiz Leal y Roig. En primer lugar, señalan un interesante contrasentido: "los años de abundante nieve desmejoran la capacidad forrajera de los campos de montaña, no solamente por destrucción de los pastos sino también de otras forrajeras, como se observó en las *Adesmys* arbustivas". En segundo lugar, los círculos de gramíneas existentes entre 2.000 y 3.000 m "podrían ser utilizadas como indicadores del nivel en que se inician los efectos destructores de la nieve". Finalmente, la vegetación que los autores han denominado *vegetación planchada de las quebradas andinas*, tienen valor fisiográfico para las quebradas de los Andes entre 2.000 y 3.000 m.<sup>55</sup>

Al margen de las conclusiones de estos autores, nos permitimos señalar que dichas observaciones constituyen índices para importantes aspectos geográficos relativos a clima, drenaje, morfología, etc., de gran valor, especialmente donde los datos estadísticos son escasos.

A falta de datos para trazar la curva de la marcha anual de las temperaturas, analizaremos las curvas de caudales del Atuel (Fig. 136).

<sup>55</sup> RUIZ LEAL, A. y ROIG, F. A., *Observaciones del efecto de la nieve sobre las plantas en el arroyo Nield y valle del Atuel (Mendoza)*, en "Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias", t. V, N° 1, Mendoza, 1956, p. 1-23.

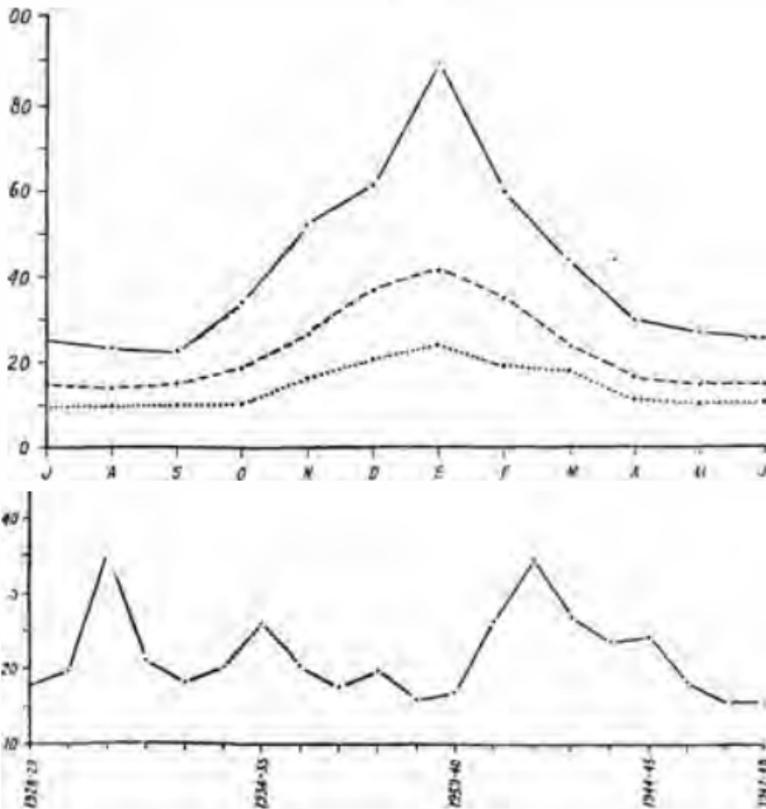


FIG. 136 — Curvas de caudales del río Atuel, medias mensuales y anuales.

El escurrimiento responde, de manera evidente, aparte de circunstancias morfológicas, a las cuales no son ajenas los cursos subterráneos, al régimen típicamente glaciar con un período de crecidas durante el verano y el estiaje en invierno.

La fusión de las nieves de los niveles inferiores se inicia durante el mes de setiembre, quizás al finalizar éste y en coincidencia con la terminación del período de mayor frecuencia de vientos Zonda. La fusión de los hielos, en cambio, se inicia a mediados de noviembre. El proceso de fusión de los hielos y, en consecuencia, el fin del período de máximos caudales, concluye en el mes de marzo. Desde el comienzo del aumento de los caudales hasta su

culminación en el mes de enero transcurren casi cinco meses, mientras que desde esta culminación hasta la terminación del período de máximos caudales, en el mes de abril, transcurren solamente tres. El período de estiaje —abril a setiembre— se caracteriza por la uniformidad, mientras que las crecidas por la regularidad del ascenso.

La diferencia de  $89 \text{ m}^3/\text{s}$  que hay entre el mes de mayores caudales (enero tiene un índice de  $89 \text{ m}^3$ ) y el de las aguas más bajas (julio y agosto tienen  $9 \text{ m}^3$ ), pone en evidencia la existencia de un régimen torrencial. Además, es evidente la correspondencia entre la curva de caudales y el ritmo de la aparente marcha anual del Sol.

En cuanto a las variaciones diarias de los caudales, si bien no se poseen mediciones exactas y completas, es evidente que también están sujetas al ritmo solar diario. El mayor caudal es arrastrado por el río durante las horas del día, a partir de las diez de la mañana, aproximadamente, hasta casi la medianoche; y el menor se registra en las primeras horas de la mañana, en que muchos arroyos de poca profundidad pueden presentar aguas congeladas.

Los últimos elementos de juicio a utilizar antes de ensayar una tipificación de pisos climáticos en el valle del Atuel corresponden a la actividad humana. Desde este punto de vista, es posible distinguir tres unidades principales: 1) zona de alta montaña, con actividad minera, habitada solamente en verano; 2) zona de actividad pastoril habitada solo en verano (veranada), y 3) zona agrícola, pastoril y minera habitada durante todo el año (Fig. 137).

La primera unidad o *zona de alta montaña, con actividad minera, habitada solamente en verano*, se encuentra comprendida entre la administración de la compañía Sominar, explotadora del azufre del volcán Overo, instalada en la margen izquierda del Atuel, a 2.250 m de altitud, y la alta cumbre del volcán, a 4.750 m s/nm.

Desde el punto de vista físico y biológico puede dividirse en dos subunidades comprendidas: la primera entre 3.500 m y las más altas cumbres; y la segunda, entre 3.500 m y la administración de Sominar.

Físicamente, la primera se distingue por las temperaturas, que determinan heladas diarias, frecuentes temporales de nieve aun durante el verano, escasa humedad relativa y baja tensión del vapor y presión atmosférica; escabrosidad local mucho mayor, sobresaliendo las altas cumbres aisladas; nieves eternas con glaciares y



citados (4.750 y 2.250 m s/nm), confiere unidad a ambos ambientes. A pesar de todas las dificultades que se han ido señalando, especialmente las de orden climático, el hombre, en su sed insaciable de explotación de la tierra, se ha enseñoreado no solo en los altos planos, sino también en las altas cumbres de la montaña. La cúspide del volcán Overo ha despertado su voracidad y justificado sus sacrificios. La explotación del azufre, en la boca misma del cono; es decir, la actividad minera, es el motivo de su presencia y de que se haya desarrollado la instalación humana y explotación económica más importante de los Andes mendocinos y del valle del Atuel. Esta actividad, en lo que es posible, se completa más abajo, en la estancia del Sosneao, a la salida del valle.

Existen dos centros de labores principales y dos de carácter secundario, de los cuales tres son temporarios puesto que son abandonados total o parcialmente durante el invierno. El primer núcleo está ubicado a 4.400 m s/nm. Esta diferencia de altura entre el campamento y el yacimiento obliga al obrero a realizar, cuatro veces al día, un ascenso de 350 m, que a esa altura importa un sacrificio considerable. La situación del campamento se debe a la necesidad de colocarlo en lugar adecuado; es decir, más abrigado de los embates del viento y de la acumulación de nieve. El segundo centro, de carácter secundario, se encuentra instalado a unos 3.050 m de altitud e, incluso, habitan ya no solo obreros solteros sino también casados con sus mujeres e hijos.

El tercer centro, instalado junto a la margen izquierda del río Atuel es ya un pequeño pueblo minero. El último núcleo, se encuentra a la salida del valle, en la estancia del Sosneao, y es el único habitado en forma permanente.

La segunda unidad o *zona de actividad pastoril habitada solamente en verano (veranada)*, se encuentra entre las cotas de 2.250, aproximadamente, y la de 1.800 m s/nm. El primer límite tiene un carácter más morfológico y biológico que humano, pues comienza un valle de fondo ancho y plano; además, si bien las viviendas de los veranantes no van más arriba, en cambio el ganado, que es inspeccionado periódicamente, llega a vegas de mayor altura como la de Los Volcanes, a 2.500 m. En cambio el segundo límite, cota de 1.800 m, desde el punto de vista morfológico y biológico, es menos claro y lo hemos establecido allí donde se encuentra el primer puesto de invernada, llamado Puesto del Arroyo

Blanco o Puesto Araya y está situado junto al arroyo del mismo nombre que el Atuel recibe por su margen izquierda.

Como hemos dicho, a lo largo de este tramo, la transformación del paisaje es gradual, por lo cual pueden establecerse diferencias de matices correspondientes a los ambientes comprendidos: 1) de la salida de la garganta del Atuel hasta el arroyo Los Gateados y Colorado, respectivamente; 2) de los mencionados arroyos hasta el antro conocido por "Cueva del Indio", y 3) desde este último lugar hasta el arroyo Malo con un tramo de transición de 5 km correspondiente al complejo fluvio-glaciar de la laguna del Sosneao.

El primer aspecto, cuya extensión es de unos 10 km aproximadamente, se caracteriza por un fondo de valle plano, verdadero campo de piedras angulosas de variados tamaños y aspecto caótico. Fondo y vertiente se unen mediante ángulos netos. Los fenómenos periglaciares son muy evidentes y las temperaturas invernales, según registros de la compañía Sominar, pueden descender a menos de 20° bajo cero y ascender, durante el verano, a más de 30°. Es decir, una amplitud térmica de unos 50°, por lo menos. También las amplitudes térmicas diarias son grandes, pudiendo sobrepasar los 20°. La distribución irregular de las precipitaciones y los fuertes vientos, contribuyen al proceso erosivo. La cubierta vegetal es muy escasa, una simple estepa herbácea aunque a lo largo de pequeños hilos de agua junto al río reverdecen los pastos.

El segundo aspecto de este tramo del valle, corresponde ya a un paisaje feliz donde parte de su fondo se viste de verde en las hermosas vegas en que paca el ganado. Aparece la vegetación arbustiva, que aumenta en número de ejemplares, de especies y tamaño, paulatinamente, y proliferan hermosas flores. El clima es agradable en verano y permite, incluso, el baño al aire libre con temperaturas de 21 a 27° pero con temperaturas equivalentes de 32 a 37, sin viento y aguas termales de 32°. Los vientos predominantes corresponden a los cuadrantes NW y ESE, las direcciones restantes y las calmas casi no se registran. Los vientos del NW parecen ser más fríos, al menos durante el verano, que los del ESE. Esta afirmación parece contradecir la lógica, pero ocurre que los primeros no alcanzan, hasta aquí, a contrarrestar, por descenso, el enfriamiento sufrido al cruzar las altas cumbres nevadas y los segundos a contrarrestar en el ascenso el calentamiento sufrido en la árida planicie por que atraviesan. Las temperaturas equivalentes

se comportan normalmente, es decir, que son más elevadas las del ESE, tal cual como corresponde al viento más cálido.

El clima, unido a otras circunstancias menores y de otra índole, permite las veranadas, única actividad económica digna de consideración en la actualidad.

La actividad mencionada origina la afluencia, con carácter temporario, de un pequeño grupo de personas que sube en verano, desde principios de noviembre a abril, más o menos, según se comporten los agentes climáticos. La iniciación de la veranada parece no ofrecer mayores dificultades a los pastores pues el ganado, por sí solo, inicia la marcha hacia las dehesas de la montaña. El retorno a la invernada, en cambio, exige una labor coordinada de todos los puesteros para realizar un prolijo registro a fin de que ningún animal quede abandonado y expuesto a los temporales del invierno.

La casa del puestero (pastor), bien observada, suministra algunas informaciones que hacen a las características climáticas locales. Las orientan de modo tal que queden abrigadas de los vientos predominantes del NW y ESE, especialmente del primero. Mira, generalmente, al E, lo cual ofrece las siguientes ventajas: en la mañana recibe los primeros rayos solares y queda a cubierto de la fuerte insolación de la tarde, a la vez que mira hacia el camino mientras las ventanas ubicadas en la parte posterior lo hacen al río. Esto les permite la vigilancia del ganado que padece en las vegas.

Las casas cuentan con dos habitaciones en ángulo recto orientado hacia el E, que constituye el rincón adecuado para las reuniones familiares al aire libre por cuanto es tibio en las mañanas y ofrece sombra en la tarde. No existen las galerías y es lógico que así sea por cuanto el viento de la zona no lo permite. Las ventanas son pequeñas aberturas de 0,20 por 0,20 m y se colocan mirando al W o E.

La casa sufre la acción de los agentes climáticos tales como el viento y la nieve. Esta suele llenar totalmente las habitaciones durante el invierno, pero para la llegada de los veranantes ya se ha fundido dejando limpias, aunque húmedas, las habitaciones construidas con *champa* de vega y piedra.

La vivienda descrita es la que ofrece el mejor aspecto y la que responde más al tipo predominante. Se encuentran otras muy inferiores y que demuestran que el clima local de verano no es

tan riguroso. Las hay de piedras, con medio techo a una altura equivalente a la normal de una persona, y también de ramas y pastos del lugar. Hasta un par de molles han servido de refugio a una familia durante las veranadas.

El aprovechamiento de los pastos naturales que durante el verano crecen en las vegas y en las faldas de los cerros permite la crianza de numerosos animales criollos, los cuales, entre ovinos, bovinos, mulares y equinos, se aproximan a las 20.000 cabezas.

En general, la vida del veranante es dura. Las enfermedades pulmonares se explican, en parte, por las amplitudes térmicas, y las reumáticas tienen por causa el frío, al cual se une la vivienda deficiente. Las *champas* de vega durante el invierno se impregnan de agua y conservan la humedad en el interior de las habitaciones gran parte del verano.

El tercer aspecto del tramo en cuestión, comienza aproximadamente, a la altura de la Cueva del Indio y con él se inicia un paisaje que se prolonga hasta el arroyo Blanco.

Se trata de un paisaje semiárido donde junto a sedimentos fluviales terrazados se desarrollan empinadas colinas de médanos entre las cuales se abre paso el arroyo Bayo, casi único afluente del río en este sector.

La actividad humana se circunscribe a la crianza de unos pocos animales.

La laguna del Sosneao introduce rasgos distintos dentro de la característica aridez y en sus bordes crecen los juncos (*Scirpus californicus*, a. A. Mei Steud). A partir de la laguna, sobre rodados fluviales terrazados, alternan la estepa arbustiva con la herbácea.

En el tercer tramo del valle, o *zona agrícola, pastoril y minera, habitada durante todo el año*, cabe destacar un hecho capital, a falta de estadísticas, que pone en evidencia la diferencia del clima local con los climas locales anteriores: es zona de invernadas.

Un cambio tan importante en el régimen de vida, justifica el largo tramo de transición, de 27 km, desde el complejo fluvio-glaciar al A° Blanco, en lo que a condiciones físicas y biológicas se refiere.

El carácter árido del paisaje encuentra explicación en dos hechos fundamentales: los vientos del W, que provocan precipitaciones de más de 500 mm en las altas cumbres, tienen aquí franco carácter descendente y seco; y los vientos del E y SE, que no pueden, por razones de continentalidad, aportar mayor cantidad de humedad. El volumen total de precipitaciones anuales es de 180 mm.

La distribución anual de las lluvias es bastante uniforme, tanto en cantidad como en frecuencia. Si bien las máximas corresponden al semestre abril-setiembre no hay estación bien definida al respecto. Solo caen, durante este semestre, las dos terceras partes del total. La explicación de estas características requiere un estudio más detenido, pero, puede ser que, a esta latitud, intermedia entre el régimen de precipitaciones de invierno de la Patagonia y de las altas cumbres y de verano del N del país, participe un poco de cada uno de los regímenes citados.

Morfológicamente es un paisaje desértico donde las montañas han perdido altura y se presentan aisladas bajo formas suaves o redondeadas destacándose, a veces, nitidamente la llanura circundante. La planicie aluvial, que se conoce con el nombre de Pampa de la laguna Blanca, posee pantanos creados por distintos brazos del río.

La cubierta vegetal, similar en su aspecto a la estepa patagónica, se presenta alternada: preferentemente herbácea sobre suelos cubiertos de rodados, y arbustiva cuando éstos disminuyen o desaparecen.

En la parte más baja, lindando con la estancia del Sosneao, ya a la salida del valle de la montaña, el suelo se torna arenoso, suelto, en gran parte formado por los mismos depósitos continentales pamperenses, cubiertos por médanos, de la llanura pedemontana, llevados allí por los vientos del E o SE. Sobre estos suelos, con aprovechamiento rudimentario del agua, aparecen algunos cuadros de pastoreo, a veces naturales, a veces cultivados de la estancia del Sosneao. Pronto se yerguen en el paisaje las líneas verdeantes de los sauces y los álamos y se entra en el pequeñísimo "oasis" pedemontano cuyo clima local no corresponde ya a la montaña sino a la planicie.

Es una zona de internadas y sobre las cartas se repiten todos los nombres de los puestos, que hemos visto en la zona de veranadas. A las viviendas más sólidas y confortables, como corresponde a la casa permanente y habitada en el rigor del invierno, se agrega la presencia de los círculos de árboles y, a veces, pequeños predios cultivados. Otras actividades locales la constituyen las explotaciones mineras y el trabajo jornalizado en las estancias vecinas.

### *Probables pisos climáticos*

De modo general, en la zona en estudio, domina el clima árido de montaña.

A grandes rasgos, por faltar elementos de juicio fundamentales, se pueden establecer, para todo el valle, cinco tipos de climas locales (Fig.138):

1) *Clima glacial o de las cumbres andinas*, cuyo límite inferior está dado por el límite superior de la vida vegetal (3.500 m) y los hielos eternos.

2) *Clima nival* (de transición), entre los 3.000 y 3.500 m, con vegetación típicamente andina en un ambiente de escurrimiento del agua de fusión de las nieves.

3) *Clima de la vegetación planchada*, entre los 3.000 y 2.000 m, donde la acción combinada de la nieve y las pendientes da lugar a la destrucción de las plantas.

4) *Clima de las veranadas*, o sea la zona donde los pastores encuentran alimento para sus animales durante el verano. Se extiende entre los 2.000 y los 1.800 m.

5) *Clima de las invernadas o de la estepa patagónica*, que se extiende desde el límite inferior de la zona anterior hasta 1.600 m, o sea la estancia del Sosneao. Este clima se continúa en gran parte en la llanura pedemontana.

### *Valle Hermoso*

En la extremidad sud de Mendoza, parte austral de la cuenca superior del río Grande (Fig. 118), se encuentra un valle que, con justicia, según el profesor Barrera, ha sido denominado *Valle Hermoso*.<sup>50</sup>

Con su centro a los 35° 35' de latitud sud, y rumbo predominante NNE a SSE, se extiende a través de 18 km, aproximadamen-

<sup>50</sup> BARRERA, R. O., *Estudio preliminar sobre los caracteres geográficos de Valle Hermoso en la alta cuenca del río Grande*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. VI, N° 24, Mendoza, Instituto de Geografía, 1959, p. 103-156.



Cobre, cierra a Valle Hermoso la cuchilla de Quintana, discontinua y con cumbres cuyas altitudes varían entre 2.600 y 3.400 m. Ésta termina en el Cº Áspero (3.200 m), cuya falda oriental cae bruscamente al fondo del valle. A partir del de Santa Elena, Valle Hermoso se encuentra cerrado al W por la extremidad SE de la cuchilla de Santa Elena. Este cordón, discontinuo como el anterior, culmina en cumbres que oscilan entre 2.900 y 3.000 m s/nm y su falda oriental cae bruscamente al valle.

Los cordones del E se caracterizan por sus fuertes pendientes. "No se presentan como una unidad en toda su extensión sino que están profundamente seccionados, destacándose, en consecuencia, varias cuchillas. La primera es la que tiene como eminencia al Cº Torrecillas (3.838 m). Se encuentra separado, por el Portezuelo de los Mendinos, del cordón del Lagunitas (3.588 m)". Su ladera occidental, que desciende hacia el valle, constituye un enorme paredón a cuyos pies se encuentran dos atractivas lagunas. Después de traspasar el Aº de los Corrales se encuentra el Cº Yeseras, de 3304 m, cuyas laderas caen a pique, excepto en algunos abanicos de escombros. A partir de este punto, el relieve se hace menos abrupto y culmina en el cordón de la Estrechura.

En cuanto al fondo del valle, difiere la parte al E del río Tordillo de la que le sigue al W. La primera presenta como rasgos más interesantes las lagunas: Grande, de 77 ha, comunicada por un pequeño arroyo con la laguna Larga, ambas tributarias del Tordillo. La continuidad de la planicie se ve interrumpida por "morros" entre los cuales se encuentran lagunas menores.

En la parte occidental, cabe destacar la presencia de la Loma del Búfalo, que se alza en medio del valle, separando las cuencas del Tordillo y el Cobre.

Valle Hermoso cuenta con una estación meteorológica del Departamento General de Irrigación de la provincia, con una serie corta de datos y no debidamente sistematizados. Sin embargo, la mejor fuente para el estudio del clima local es el trabajo del profesor Barrera, quien, por otra parte, tuvo a su cargo, varias temporadas, la mencionada estación. Aporta este autor los elementos indispensables para poner de manifiesto algunas características climáticas fundamentales y las relaciones de éstas con los demás hechos físicos, biológicos y humanos que interesan al geógrafo.

Los valores absolutos suministrados por Barrera deben tomarse



como índices amplios por la brevedad de la serie en que se ha basado.

La estación más cálida es, naturalmente, el verano y, particularmente en febrero, se anotan las más altas temperaturas, con casi 15°. La temperatura media mensual alcanza su valor más bajo en julio, con casi 5° (Fig. 140). Las temperaturas máximas absolutas oscilan entre 30° en verano (febrero) y 10° en julio y las mínimas absolutas entre unos -5° en enero y -25 en julio.

La mayor parte de las precipitaciones se registran durante el invierno (mayo a setiembre). En realidad son de nieve y representan del 80 al 90 % del total anual de agua caída. Son provocadas por los vientos del Pacífico.

TABLA N° 8

Año	mm lluvia	mm nieve	Total
1951 .....	3,6	1 102,8	1 106,4
1952 .....	42,4	1 298,2	1 340,6
1953 .....	40,7	779,3	820,0
1954 .....	42,0	632,5	674,5
Promedio .....	32,2	953,2	985,4

No obstante la brevedad de la serie de precipitaciones (Tabla 8) se pueden observar varios detalles interesantes. En primer lugar, la variabilidad. En 1954, por ejemplo, la cantidad de nieve caída fue inferior a la mitad de la del año 1952; la lluvia del año 1951 fue casi dos veces inferior a la de 1952.

En segundo lugar, puede observarse el predominio absoluto de las precipitaciones de nieve (953,2 mm), frente a las de lluvia (32,2). Estos caracteres son, sin duda, similares al resto de la alta montaña. Por otra parte puede observarse la diferencia fundamental que hay con respecto al valle longitudinal de Uspallata, donde las precipitaciones, en su mayoría, son de lluvias y estivales.

Temperaturas y precipitaciones reflejan la combinación de sus regímenes a través de los caudales, cuyo comportamiento puede advertirse a través de los valores correspondientes a los ríos Cobre y Tordillo, típicos de montaña, que recorren Valle Hermoso y poseen

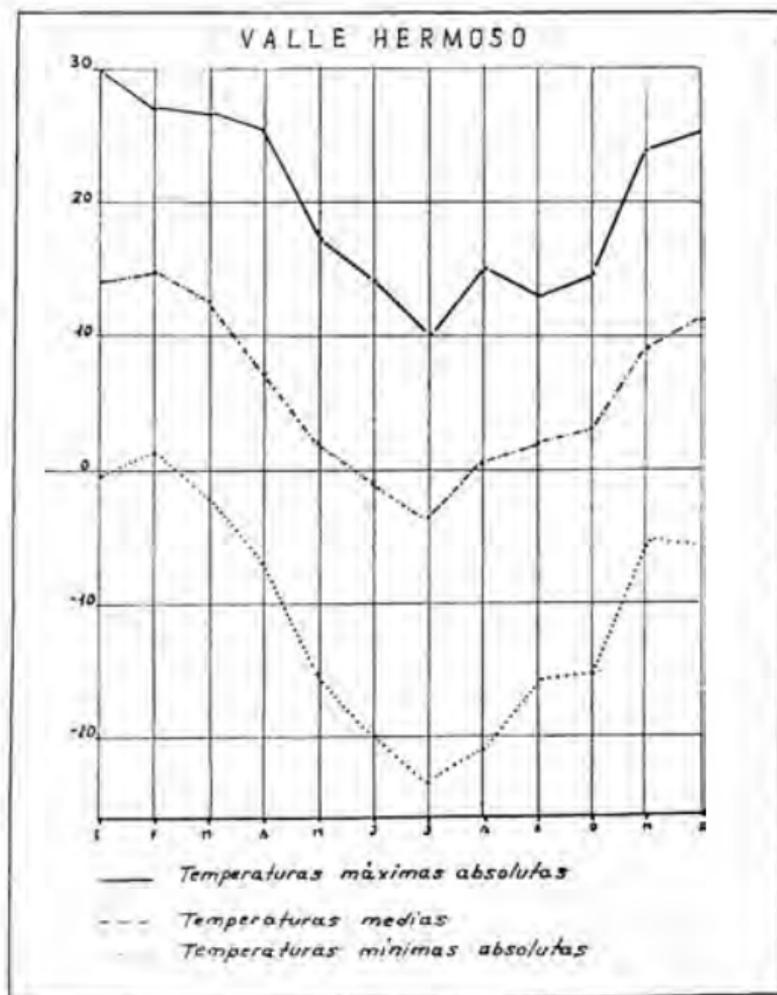


FIG 140 - Valle Hermoso.

idéntico régimen de escurrimiento. Para ejemplo, presentamos los caudales correspondientes al segundo:

Año hidrol.	Q máxima m <sup>3</sup> /seg.	Q mínima m <sup>3</sup> /seg.	Q medio m <sup>3</sup> /seg.
1951-2	42,100	1,300	10,300
1952-3	39,900	4,000	11,015
1953-4	72,060	3,010	14,330
1954-5	32,800	3,000	10,825
1955-6	34,051	3,490	8,250
1956-7	32,255	1,225	7,987
Promedio	42,194	2,671	10,452

"En la variación anual de los caudales... los períodos de máxima se registran desde el mes de noviembre hasta febrero o marzo, coincidiendo con la época del estiaje. Durante el resto del año el caudal se mantiene con valores que varían entre 3 y 4 m<sup>3</sup>/seg. Las mínimas se producen en los meses de julio y a veces también en agosto, habiéndose registrado una mínima absoluta de 1,225 m<sup>3</sup>/seg. en el mes de julio."

Las variaciones diarias de caudales son mayores en verano que en invierno (0,10 m a 0,01 m, respectivamente, entre máxima y mínima). Son sin duda, la heliofanía y las temperaturas el motivo de estas variantes. Por lo general, como ya se dijo oportunamente respecto de otros lugares de la montaña, el caudal aumenta al anochecer. En esta ocasión tenemos datos más precisos sobre las horas. Así, en verano, el máximo se registra entre las 22 y las 24; mientras que en invierno corresponde a las 12 y las 15.

Comparando los caudales del río Tordillo con los del río Cobre, se pueden obtener otros rasgos relativos a los climas locales y microclimas de la montaña, y la forma como actúan los distintos elementos y factores. Es el profesor Barrera quien ha efectuado ya la comparación, y la transcripción de sus párrafos fundamentales será casi textual, luego de la presentación de los datos esenciales:

Año hidrol.	Q máxima m <sup>3</sup> /seg.	Q mínima m <sup>3</sup> /seg.	Q medio m <sup>3</sup> /seg.
1951-2	31,000	1,000	9,933
1952-3	24,000	1,600	7,778
1953-4	55,860	1,580	12,516
1954-5	29,950	1,340	7,595
1955-6	19,700	1,350	5,389
1956-7	21,550	1,050	6,400
Promedio	30,343	1,320	8,268

"El río Cobre, con una cuenca cuya área es tres veces menor a la del Tordillo, posee un módulo apenas inferior a éste". De otra manera, los caudales específicos (relación caudal y superficie de alimentación) son los siguientes:

Cobre: Superficie de cuenca, 189 km<sup>2</sup>, hasta la estación aforo, y 50 l/seg/km<sup>2</sup>.

Tordillo: Superficie de cuenca, 950 km<sup>2</sup>, hasta la estación aforo, y 30 l/seg/km<sup>2</sup>.

Las causas deben buscarse, en primer lugar, en la posición que ocupan los glaciares. En efecto, en el río Cobre se encuentran sobre "las altas cumbres del límite, sobre un frente de aproximadamente 21 km, orientado de norte a sur, mirando, por lo tanto, hacia el este. En cambio en el río Tordillo se extienden sobre un frente de 15 km más o menos; alimentándose, además, de los glaciares de los cordones del norte y este, ubicado en la sombra, mirando hacia el sur y suroeste. Esto nos lleva a deducir que sobre el río Cobre los deshielos son más intensos, por cuanto las acumulaciones de nieve y los heleros, se encuentran de cara al sol durante varias horas del día. En segundo lugar cabe suponer que las precipitaciones nivales pueden ser más intensas sobre la cuenca de este cauce, debido a diferencias microclimáticas que serán confirmadas por la posición geográfica relativa que ocupa con respecto a la cuenca del río Tordillo".

También existen pequeñas diferencias entre las variaciones de los caudales del Cobre y el Tordillo y sus causas son semejantes a las apuntadas anteriormente, con intervención más marcada de la radiación.

En cuanto a los vientos, como en los demás valles cordilleranos, están muy influenciados por la orientación de las grandes líneas del modelado; sin embargo también pueden anotarse algunas particularidades, en el caso de Valle Hermoso. Éste tiene una orientación general de NNE a SSW; pero según Barrera, se manifiesta muy claramente la acción sobre el rumbo y aun sobre la intensidad, de la orientación de los valles transversales.

<sup>6</sup>Durante el mes de enero predominan los vientos del W, NW y N, con velocidades medias de 32 a 34 km/h. En el mes de julio, en cambio, se producen con mayor frecuencia los vientos del NE, N y NW, con velocidades medias de 12 a 15 km/h". De todas maneras, la brevedad de la serie estadística permite abrigar algunas

dudas sobre el particular. "En general, podemos afirmar que a través de todo el año predominan los vientos del W y NW, siendo además los más intensos. En enero de 1957, por ejemplo, se registraron vientos del W con una velocidad de 67 a 69 km/h; en el mismo año, durante el mes de julio se pudo observar también en el cuadrante W vientos de 125 a 126 km/h". La circulación de detalle es complicada. "Predominan los vientos del W y NW... se deslizan por los valles transversales, rematando, por fin, contra los cordones orientales de nuestro valle. Allí se ven obligados... a sortear nuevas barreras para seguir su trayectoria hacia los centros ciclónicos del E. No parece tener acá mayor influencia la componente de masas de aire polar con las del Pacífico, que se hace sentir en los valles patagónicos y que se dirige hacia los centros de baja presión del Atlántico. Es posible que llegue hasta nuestra zona, débilmente, después de atravesar el cajón del río Grande y los cordones montañosos del S. Generalmente los vientos del Sur y SW son los que generan el mal tiempo en Valle Hermoso y provienen de las masas de aire frío del Pacífico".

El profesor Barrera ha realizado observaciones relativas a lo que denomina "movimientos convectivos diarios de las masas de aire" que pone en relación con la marcha diaria de la insolación. Les adjudica a estos movimientos un carácter muy regular. Así, por ejemplo, durante el verano y para condiciones más o menos normales, se observa durante las primeras horas de la mañana, cuando el sol calienta las faldas de las montañas occidentales que miran hacia el este, una brisa fresca de oriente, cuya intensidad va decreciendo hacia el mediodía. Luego se establece un período de calma que dura hasta las 14 ó 15 y es reemplazado por un viento más intenso que el anterior, del W que golpea las faldas del cordón Torrecillas-Oscuro. Se trata de una corriente de aire ascendente, recalentado. "Continúa después corriendo un viento del oeste, un poco más suave, atraído por la microdepresión de las faldas orientales que han recibido el calor solar durante el resto del día. Por fin, hacia la hora del crepúsculo, un nuevo período de calma, hasta que irrumpe en el anochecer una brisa del E y NE (aire frío descendente de la ladera oriental)".

Durante ocho meses del año el suelo permanece cubierto de nieve que el viento distribuye irregularmente, alcanzando en algunos lugares a los cinco metros de altura. Durante este período el valle permanece totalmente deshabitado.

Entre noviembre y diciembre la nieve desaparece y Valle Hermoso se convierte en campo de veranada al cual arriban los pastores trashumantes (puesteros) con sus rebaños de ovejas.

Estos puesteros, en número de 15, aproximadamente, y en su mayoría chilenos, con sus rebaños, se distribuyen, en compañía de sus hijos varones solamente, en cuanto rincón del valle existen pastos tiernos que sus ganados devoran en corto tiempo. Esta es la única actividad humana a que dan lugar las condiciones naturales del valle y cuyo ritmo está regido por las condiciones climáticas.

Para finalizar con la región de las montañas queremos advertir que no desconocemos la falta de homogeneidad en el tratamiento de los distintos temas y unidades; como así también la discontinuidad y enormes vacíos que hemos dejado en el tiempo y en el espacio. Pero, remediar estas fallas escapa a nuestras posibilidades.

Para un estudio más orgánico se necesitan mejores fuentes de información. Las estaciones meteorológicas son escasas y geográficamente están, en su mayoría, mal distribuidas. La bibliografía geográfica es escasa, al igual que la correspondiente a nuestras disciplinas auxiliares. La observación directa de todos los paisajes cordilleranos, por razones obvias, está fuera de las posibilidades de una sola persona.

Dadas las características tan variables de múltiples paisajes, hemos preferido dejar grandes vacíos a realizar generalizaciones excesivas. El dato más cierto, en estas montañas, es el local; su extensión espacial acrecienta el riesgo de error.

## CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DE LA REGIÓN DE LAS PLANICIES

### CAP. VI — CONSIDERACIONES GENERALES

Denominamos planicies mendocinas todas las superficies planas, cualquiera sea la altitud o pendiente. De este modo entran en la categoría mesetas elevadas, como la del Payún (más de 2.000 m s/nm); de escasa altura, como la del Guadal (1.400 m); los extensos glacis y pedimentos cordilleranos y del macizo antiguo de San Rafael; y la llanura propiamente dicha que se extiende por el E de Mendoza.

Poco más de los dos tercios de la provincia (113.400 km<sup>2</sup>) corresponden a las planicies, según las acabamos de definir. El ancho máximo, desde la cordillera al Desaguadero es de 300 km, mientras que su mayor longitud, de N a S, es de 600 km. La pendiente general es de W a E y si se exceptúa la meseta del Payún, todas las planicies se escalonan entre 1.600 m, correspondiente al borde de la gran montaña, y los 300 m de altitud, sobre el Desaguadero.

En forma aislada, dentro de las planicies, se levantan cumbres de gran altura, tales como los volcanes Diamante (2.800 m s/nm), Payún (3.700) y Nevado (3.800), y también existen sierras y lomadas; pero, ya sea por la escasa extensión (Diamante, Payún, Nevado) o reducida altitud (sierras y lomadas), carecen de importancia para el clima regional. Éste se define por la acción de las grandes líneas de relieve (cordilleras y planicies) sobre la circulación atmosférica general, cuyas relaciones se analizan a continuación.

Un análisis de las relaciones con la circulación atmosférica general y masas de aire, pondrá en evidencia en qué medida la morfología incide en el clima regional de las planicies. Antes de iniciarlo conviene recordar detalles ya señalados anteriormente, al tratar de la circulación atmosférica general en Mendoza.

La fuente de aprovisionamiento de agua la constituyen las masas de aire del NE, procedentes del anticiclón subtropical. La pe-

netración de éstas es mayor en verano que en invierno. Al factor distancia entre Mendoza y la región de origen de estas masas de aire, hay que agregar razones de orden morfológico que inciden en sus aportes de precipitaciones y en sus características térmicas.

En primer lugar, conviene recordar que, en su marcha hacia nuestra provincia, las masas de aire del NE. tienen el desplazamiento obstaculizado por montañas cuyas altitudes exceden de los 2.000 m (San Luis, Córdoba, Catamarca, La Rioja y San Juan), sin más apertura que el estrecho paso de la árida zona de las Salinas Grandes. En el espacio comprendido entre dichas barreras y la provincia de Mendoza no hay fuentes hídricas en condiciones de reponer a las masas de aire la humedad perdida por condensación en las sierras que han tenido que franquear. Distancia y morfología explican así la escasa cantidad de agua que las masas de aire subtropicales dejan en Mendoza. En segundo lugar, como es lógico, las precipitaciones van disminuyendo en la provincia con una ligera componente ENE al WSW; pero, esta disminución que alcanza al mínimo en una banda central alargada de N a S, se detiene y en la parte occidental registra un sensible aumento. Se trata acá de un aumento de precipitaciones por sobreexcitación orográfica en una masa sensiblemente disminuida. El mismo efecto producen la sección elevada del bloque de San Rafael y altas cumbres como el Nevado (Fig. 122).

Los cambios en las masas alcanzan no solo a la humedad, sino también a la temperatura.

Las del SE o Sudestadas, que traen "grandes masas de aire polar marítimo, húmedo y nuboso, hacia el interior del país", no encuentran al E barreras orográficas de consideración antepuestas a Mendoza; pero sí en el borde sud y oeste y producen en consecuencia, precipitaciones orográficas. "En la Sudestada típica dichas precipitaciones orográficas, más bien lloviznas, suelen abarcar hasta La Pampa y el sur de Mendoza".<sup>97</sup> Con sudestadas muy fuertes y prolongadas, sus efectos no se limitan al sud mendocono sino que alcanzan la precordillera, en la cual producen precipitaciones de nieve y, coincidentemente, se suelen registrar crecidas en el Río de la Plata. Es probable, sin embargo, que estas precipitaciones co-

<sup>97</sup> MAURSTAD, A., *El tiempo en la República Argentina*, en "Geografía de la República Argentina", t. V, Buenos Aires, GAEA, 1964, p. 22-44.

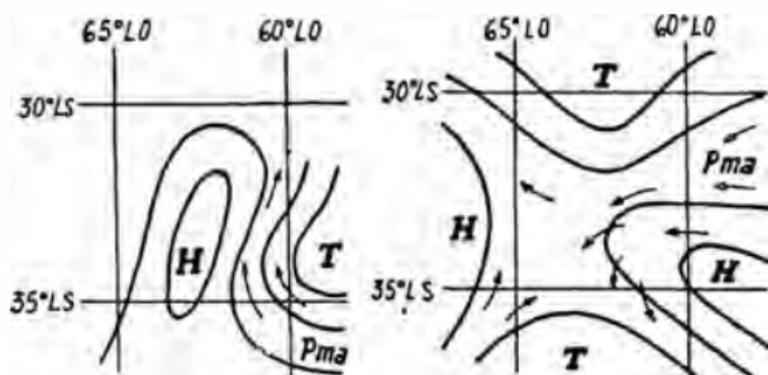


FIG. 141 - Situación sinóptica de sudestada, según W. Georgii.

respondan, más bien, a una de aquellas circulaciones anormales que Maurstad llama "Anticiclón antártico" que "proveniente desde el sud, se mueve lentamente hacia el norte o nordeste, pasando su centro generalmente al este de la Patagonia. Este tipo de circulación se puede considerar como una sudestada más exagerada". Además, "un segundo tipo de circulación anormal corresponde a una presión muy baja en el océano Pacífico (lat. 20 a 45° S), haciendo que los empujes polares difícilmente lleguen a las provincias argentinas. Predomina por mucho tiempo sobre ellas la corriente del sector norte, que aporta aire caliente. Las precipitaciones en la zona cordillerana de Mendoza hasta Santa Cruz son abundantes, pues las depresiones pasan del noroeste hacia el sudeste".<sup>58</sup>

Dice Georgii, respecto de la sudestada, que "la entrada de este aire polar marítimo atlántico (P<sub>ma</sub>) sobre la masa continental argentina requiere una transformación particular de la distribución general de la presión atmosférica. Por eso se la observa raras veces en verano, en cambio, con mayor frecuencia, durante las estaciones de transición y en invierno. Como el aire P<sub>ma</sub> sopla sobre la corriente fría de las Malvinas, y pasa directamente del océano a la costa llana, llega en calidad de aire P<sub>m</sub> (polar marítimo). Por este motivo es más frío y húmedo que el aire P<sub>mp</sub> (polar marítimo pa-

<sup>58</sup> Ibidem.

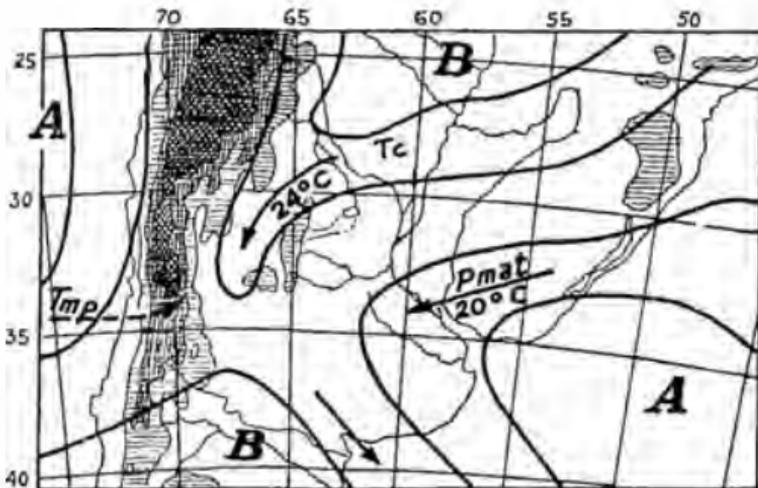


Fig. 142 - Tres masas de aire de propiedades diferentes confluyen sobre Mendoza, según W. Georgii.

oífico) y no es rara la vez en que se presenta acompañado por el característico tiempo de chaparrones. Siendo meridional la posición del anticiclón cuyo centro está más o menos sobre los 35° de L. S. (Fig. 141), el aire atlántico (P<sub>ma</sub>) puede entrar profundamente en el continente como corriente oriental. En esta oportunidad caen sobre Argentina central lluvias continuadas, durante las postrimerías del invierno y en la primavera, también nevadas, que suelen llegar hasta los Andes provocando en las faldas orientales, pobres en lluvias, persistentes precipitaciones. Este estado del tiempo se conoce con el nombre de "sudestada".<sup>59</sup>

El viento Pampero, que cruza en diagonal el país, desde el SW al NE, cuando recorre Mendoza suele hacerlo con tan bajo contenido de humedad que prácticamente no produce precipitaciones.

El anticiclón pacífico, que durante el verano ingresa al país en latitudes muy elevadas, durante el invierno aprovecha la menor altitud de los Andes mendocinos del SW y penetra en la provincia a los 37° de latitud Sud.

<sup>59</sup> Georgii, W., op. cit.

De los trabajos de Georgii se desprende la importancia que las cordilleras tienen para el clima de las planicies mendocinas. El clima es típico en toda región a "sotavento de una elevada cadena de montañas, con muy poca humedad, precipitaciones exiguas y frecuentes estados de Zonda...".<sup>60</sup>

"Mendoza tiene, por consiguiente, una doble protección contra las irrupciones de dicho aire; por cierto, a costa de su precipitación. El aire polar pacífico, procedente del oeste, da lugar, pasando los Andes, a invasiones de aire frío en la altura, que pierden gran parte de su actividad sobre el tiempo debido a la influencia de sotavento."

Ciertas fases del Zonda, en cuya producción juega papel decisivo la barrera orográfica andina, pueden traer precipitaciones antecedidas de poderosos cúmulos de tormenta en la planicie mendocina. Estos pueden descargar granizo.

En conexión con las incidencias orográfica y el Zonda, es necesario considerar las "tormentas de la corriente ondulatoria estacionaria sobre montañas y su regulación por la doble onda diaria de la presión atmosférica".<sup>61</sup> Este tipo de tormentas sería el productor de precipitaciones que Georgii denomina "anormalmente grandes", acompañadas de tormentas casi diarias, que en numerosos casos tuvieron efectos desastrosos en el período diciembre de 1951, que él analizó.

Como puede observarse en la figura N° 142 para ese mes "el anticiclón subtropical pacífico estaba demorado al N, de manera que el aire tropical marítimo pacífico (T<sub>mp</sub>) atraviesa la cordillera desde el W a la latitud de Mendoza y a una altura superior a los 4,0 km (estado de Zonda de altura).

"El anticiclón atlántico, a su vez, se encuentra anormalmente al S con centro sobre los 40° S. Desde el E penetra en el continente aire polar marítimo atlántico (P<sub>mat</sub>) (situación de sudestada).

"El ciclón brasileño de verano se extiende también profundamente hacia el S y acarrea en el W aire tropical continental en las capas inferiores hasta los 4,0 km de altura.

"Tres masas de aire de propiedades diferentes se encuentran,

<sup>60</sup> Ibidem.

<sup>61</sup> Geoncu, W., *Regulación del tiempo por la doble onda diaria de la presión atmosférica*, en "Meteoros", Año II, N° 3-4, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1952, p. 182-189.

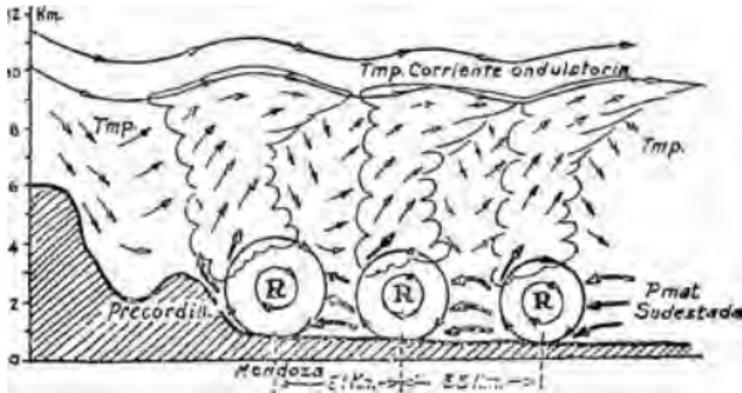


FIG. 143 - Corriente ondulatoria estacionaria y rotors, según W. Georgii.

pues, en la provincia de Mendoza, representando el estado del tiempo, por una parte, la combinación del Zonda con la corriente ondulatoria de la cordillera por encima de los 4,0 km, y por la otra, la sudestada atlántica que domina desde el suelo hasta casi 3,5 km de altitud."

Desde el punto de vista cinemático sobresalen, según perfil (Fig. 143), otros rasgos característicos:

"En la corriente occidental (aire Timp) se forman sobre y a sotavento de la cordillera, una corriente ondulatoria estacionaria según las mediciones trigonométricas de las nubes, la longitud de la onda es aproximadamente de 30 km. La posición de las ondas con respecto a la cordillera y su longitud, varían con la velocidad del viento en la altura.

"Debajo de los lomos de las ondas se encuentran, conforme a la teoría y a la observación, rotors estacionarios, cuyo desarrollo es favorecido, además, por la corriente oriental reinante entre el suelo y los 3,5 km (aire Pmat) de la sudestada. El nivel de condensación del aire húmedo Pmat de los rotors se halla a 2,8 km de altura."

Continuando con la interpretación del gráfico (143), desde el punto de vista termodinámico, se advierte el siguiente desarrollo:

"Al principio reina en la corriente ondulatoria estacionaria superior, la fase estable con lenticulares de Zonda. Sobre los rotors yacen también lenticulares.

"Con calentamiento progresivo la masa de aire de los rotos se vuelve inestable. La masa de aire de la corriente ondulatoria, por su parte es también húmeda y lábil en el lomo de la onda (lenticulares con Ac-cast).<sup>9</sup>

Los cúmulos de los rotos crecen rápidamente hacia arriba en el lomo de la onda constituyendo Cumb,<sup>10</sup> los cuales dependen, en cuanto a su ordenación espacial, de la corriente ondulatoria superior, siendo por ello a su vez estacionaria."<sup>11</sup>

Es aceptable, en principio, que las tormentas, como dice Georgii, que aparecen en la corriente ondulatoria y que se desarrollan de esta manera, se producen "ocasionalmente a las 10 hs de la mañana y con gran regularidad a las 18, 23-24 y 2-6 (hora oficial). En algunos días las tormentas se repiten, entre las 18-6 hs, tres veces en los tiempos indicados". Aceptase en principio esto por cuanto las observaciones realizadas por el autor, en el año 1951, son muy pocas para una afirmación tan categórica. Además, como él mismo lo dice, fueron realizadas a base de la humedad relativa por faltar registros de precipitaciones.

Otro hecho destacado por el Dr. Georgii, es que en los gráficos que él presenta las tormentas se desencadenaron en coincidencia con la mínima presión nocturna o con la máxima diurna.

Las "tormentas, que aparecen en la corriente ondulatoria, son acompañadas casi sin excepción por intensa caída de granizo, el fenómeno más temido para las grandes plantaciones mendocinas de viñedos".

"Estas caídas regulares de granizo, que se producen juntamente con las tormentas, podrían atribuirse al hecho también de que se trata de centros tormentosos estacionarios con corrientes estacionarias ascendentes de gran velocidad vertical que llegan hasta grandes alturas, propiedades éstas que, a su vez, se explican por la corriente ondulatoria estacionaria". Las tormentas a las cuales dan lugar se forman, "como las ondas, a determinadas distancias de la cordillera, y se descargan allí mismo, o sea que normalmente no constituyen tormentas que se desplazan".<sup>12</sup>

En ello radica su gran peligro económico, ya que además suelen

<sup>9</sup> Ac-cast. significa Altos cúmulos castellatus. Cu, significa cúmulos.

<sup>10</sup> Georgii utiliza Cumb para indicar cumulus nimbus, que en la Simbología internacional corresponde a Cb

<sup>11</sup> Ibidem.

<sup>12</sup> Ibidem.

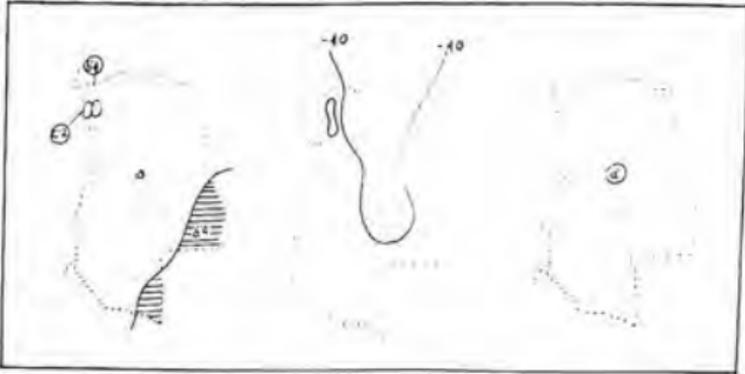


Fig. 144 — Caracterización climática, según el sistema de Thornthwaite, por F. Albany.

Ir acompañadas por intenso granizo. "Estas tormentas ondulatorias, o se encuentran directamente sobre la precordillera y se repiten a una distancia entre onda y onda de unos 40 km al E, o la precordillera permanece libre, estando entonces en peligro la ciudad capital y la región 40 km a su oriente", aproximadamente a la latitud de San Martín.<sup>64</sup>

La masa de aire que, procedente del Pacífico, cruza la cordillera, tiene una influencia evidente en las temperaturas de la atmósfera libre y también en las de superficie. "Comparando los valores de las temperaturas de Córdoba con las de Mendoza, se observa una buena coincidencia por encima de los 4,5 km. Entre el suelo y esta altitud, Mendoza es de 2-3° C o más cálida. Influyen decisivamente sobre ello los frecuentes calentamientos provocados por el viento Zonda, como también el efecto de la barrera que significan las sierras de San Luis y Córdoba para el aire frío que avanza junto a tierra desde el S". En verdad, Georgii insiste demasiado sobre la acción de las sierras citadas sobre el aire que avanza desde el S, sin advertir que las mismas no se encuentran a una latitud ni longitud adecuada para desempeñar este papel.

<sup>64</sup> Geonco, Walter, *Clima mendocino*, en "Anuario, Síntesis estadística-geográfica-económica", Mendoza, Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas, 1952, p. 26.

Por otra parte, el mismo autor ha puesto en evidencia, comparando los valores del invierno con los del verano, un fenómeno notable: por encima de los 3,0 km de altura, las temperaturas del invierno son solo 2° inferiores a las del verano. Esto se debe a la acción del Zonda.

Son numerosos los días, durante el invierno, en que el Zonda sopla en altura, a veces a niveles muy bajos de hasta 1.500 m, sin que llegue a concretarse en superficie, provocando un aumento de temperatura al nivel del suelo que constituye nuestros días calurosos o veranitos de San Juan.

Si se exceptúa el cambio de régimen de las precipitaciones de verano a las del invierno en la extremidad SW de Mendoza, a causa del menor alcance de las masas de aire subtropical atlántico y la mayor efectividad del aire Pacífico que se introduce a través de las montañas más bajas en la extremidad SW de Mendoza, no se advierte, desde el punto de vista regional, ningún principio de diferenciación del clima en función de la interacción morfología-masas de aire. De tal manera, puede señalarse la uniformidad del clima regional de las planicies mendocinas, o la existencia de un clima regional que, de ningún modo, se pretende sea exclusivo de Mendoza, sino que es común con provincias vecinas.

### *Caracteres físicos generales del clima*

Desde un punto de vista puramente físico, según el sistema de Thornthwalte,<sup>66</sup> las planicies mendocinas se caracterizan por la uniformidad del clima, con pequeñas variantes correspondientes al SE (Fig. 144 a). Según índices hídricos, son áridas o semiáridas y, de acuerdo con la variación estacional de la eficiencia hídrica, carecen de excesos de agua. Desde el punto de vista térmico son totalmente mesotermiales y con baja concentración estival (Fig. 144 b-c).

Sometidas a la acción de vientos secos y cálidos del N y W, y fríos y secos del S y SW, con bajo porcentaje de nubosidad, la evapotranspiración potencial (Fig. 145) es alta al igual que las deficiencias de agua (Fig. 146). De todas maneras, ni la evapotrans-

<sup>66</sup> BUNCOS, J. J. y VIDAL, A. L., *Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de Thornthwalte*, en "Meteoros", Año I, N° 1, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1951, p. 3-33.

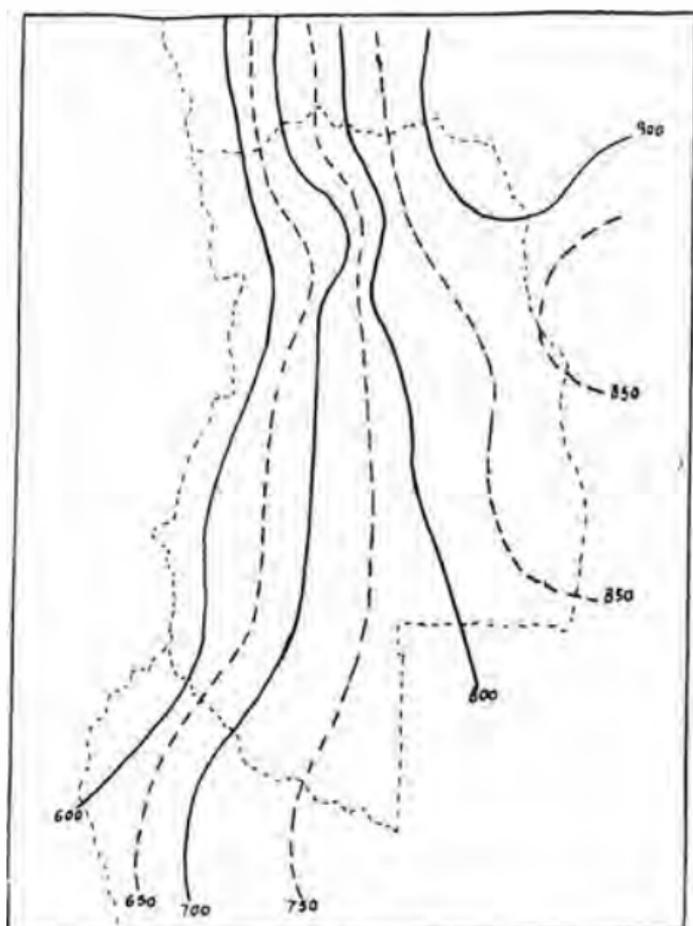


FIG. 145 — Evapotranspiración potencial, según F. Albany.

piración, ni la deficiencia de agua se explican fácilmente, sino que requieren del conocimiento de la distribución de la temperatura y las precipitaciones.

Comparando las curvas de evapotranspiración potencial (Fig. 145) media anual y las isotermas medias anuales (Fig. 147), se advierte: 1) el paralelismo, dentro de una orientación meridiana

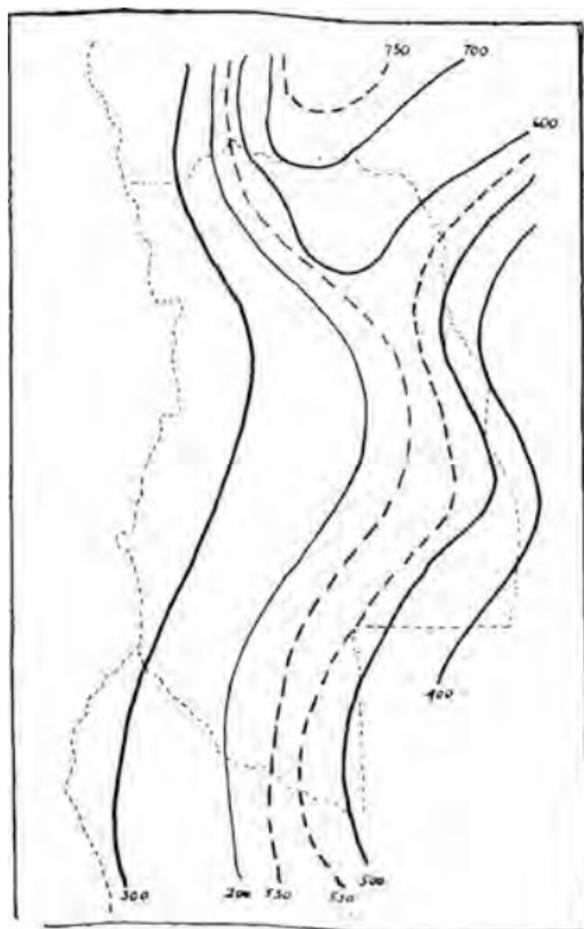


Fig. 146 - Deficiencia de agua (promedio anual), en mm.

con ligera componente NNE a SSW, de las líneas de evapotranspiración y de temperatura media; 2) las temperaturas oscilan entre 18 y 12° y la evapotranspiración entre 850 y 600 mm; 3) las temperaturas medias de enero (26 a 20°) (Fig. 147 b) y media de julio (8 a 6°) (Fig. 147 c) y las máximas absolutas (45 a 40°) conser-

van la misma orientación; 4) las temperaturas mínimas absolutas (10 a 15°) acentúan el predominio de la orientación NE a SW.

La deficiencia de agua (Fig. 146) guarda relación con las temperaturas y la evapotranspiración potencial; pero presenta una variante con respecto a la distribución de los elementos anteriores; no hay un decrecimiento de valores en sentido general E-W, como en los casos anteriores, sino que comienza con valores de 400 mm en el este y va aumentando hacia el W hasta alcanzar los 550 mm y comenzar a decrecer hasta llegar a los 300 mm.

La explicación de esta particularidad se encuentra en la distribución de las precipitaciones (Fig. 122). Dos fajas de 300 mm, a oriente y occidente (ésta en la montaña), encierran una extensa zona de precipitaciones de menos de 300 mm. En los extremos N y S de la provincia, además, las precipitaciones son inferiores a 200 mm y aun a 100, aunque las deficiencias que estos sectores tienen no se traducen en las curvas de deficiencias de precipitaciones.

Son quizás estas mismas deficiencias estadísticas las responsables de la uniformidad del clima regional que hemos puesto en evidencia. Convendría, entonces, ampliar el análisis con otros elementos de juicio, dada la importancia que la planicie reviste para la vida mendocina.

Casi la totalidad de la población de la provincia habita en la planicie, especialmente concentrada en oasis de cultivos que si bien no ocupan más del 3% de la superficie total del territorio provincial, constituyen la base de toda su riqueza. Esto nos obliga a llevar nuestras investigaciones con más exigencias que en las desiertas montañas. Además, la planicie ofrece más facilidades para hacerlo.

En consecuencia, y no descartando la posibilidad de que la uniformidad del clima regional de las planicies no sea más que el resultado de un exceso de generalización por falta de datos, se ensayará un nuevo análisis a través de un testimonio que integra muchos elementos y factores del clima: la vegetación natural.

La introducción de este elemento de juicio no es solo un recurso extremo para cubrir deficiencias de información, sino la mejor forma de acercarnos a un enfoque verdaderamente geográfico. Una climatología puramente física no tiene valor. Además, en una climatología que pretende ser útil a una provincia eminentemente agrícola, conviene utilizar parámetros biológicos.

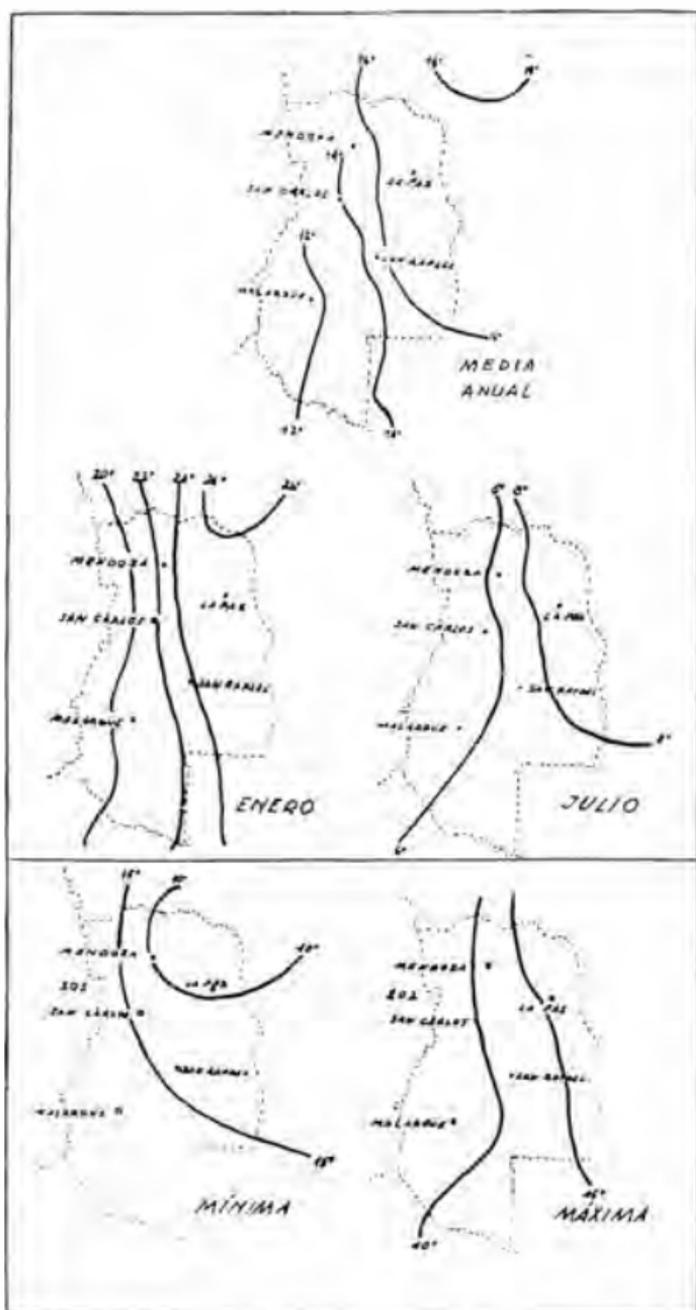


FIG. 147 - Distribución de las temperaturas.

## CLIMA Y VEGETACIÓN DE LAS PLANICIES

### *Morfología*

No sería correcto buscar las relaciones del clima y la vegetación sin una descripción de ésta y la consideración previa de dos variables que también influyen en su naturaleza: la morfología y el suelo.

Respecto de la primera, y luego de un análisis minucioso de las cartas topográficas a escala 1: 500.000; 1: 200.000, 1: 100.000 y la bibliografía existente, hemos dividido la planicie en tres unidades fundamentales y de interés edafológico, climático y fitogeográfico. Estas son: 1) el piedemonte cordillerano; 2) la zona volcánica del Payún, y 3) la llanura (Fig. 118).

El *piedemonte* se extiende de N a S hasta la región del Payún, entre las cordilleras y la llanura mendocina. Se lo puede dividir, al menos provisoriamente, en tres subunidades: a) depresión de Mendoza; b) depresión de San Carlos, y c) depresión de Llancañelo. Las dos primeras están separadas por la serranía de Lunlunta y la segunda de la tercera por el bloque de San Rafael, disectado por el Diamante.

La *región volcánica del sud* o *Payunia*, se encuentra entre la cordillera, la llanura y la depresión de Llancañelo. Por el sud continúa en la provincia de Neuquén. Alternan aquí elevadas mesetas con multitud de volcanes, depresiones o cuencas cerradas. Entre las cumbres sobresalen el Payún y el Nevado. La erosión ha creado en los estratos sedimentarios extensas huayquerías.

La *llanura* se extiende al E del piedemonte y del Payún, hasta la depresión del Desaguadero.

El cuadro morfológico es más complicado que el que se acaba de bosquejar pues solo hemos atendido a las unidades que tienen mayor significación climática.

### *Suelos*

Aparte del clima y la morfología, la vegetación trasmite con claridad las influencias de los distintos tipos de suelo, por lo cual

convendrá, en la medida de lo posible, ponerlos de relieve para que aparezcan más claramente las relaciones vegetación-clima.

De acuerdo con Papadakis, en Mendoza pueden distinguirse los suelos del orden zonal de los del orden intrazonal. Entre los zonales, los de "desierto" se presentan, aparte de los bolsones de los Andes, en los valles cuando desembocan en las llanuras. Están condicionados por la aridez y las temperaturas que van de templadas-cálidas a frías. En condiciones muy semejantes a las anteriores se encuentran suelos "rojizos de desierto", con grandes extensiones de médanos y, en las depresiones, suelos salinos.

Los suelos "sierozem o gris de desierto", se forman en "las regiones con clima semiárido templado". Los pardo castaño "ocurren verticalmente zonados en las montañas más bajas y pie de los Andes, en terrenos empinados; el primer grupo en las elevaciones menores y el segundo en las mayores (todo según Vessel)".

Entre los suelos intrazonales, los hidromórficos se presentan los del "grupo Pardo-Gris de Prado Alpino en áreas llanas, pantanosas, grandes alturas y climas fríos".

En estrecha relación con el clima, los suelos mendocinos presentan además, ciertos problemas que conviene precisar. Tales son los fenómenos de erosión eólica e hídrica. Los vientos y las aguas remueven los suelos sueltos creando condiciones morfológicas y edáficas poco convenientes al desarrollo de la vegetación natural y cultivada. Además, las condiciones climáticas favorecen la mineralización rápida de la materia orgánica por lo cual esta escasea en los suelos vírgenes y decrece rápidamente en los suelos cultivados.<sup>66</sup>

Claro está que no todos los caracteres del suelo actual obedecen a los efectos del clima reinante; muchos de ellos tienen origen en condiciones climáticas del pasado que Romanella ha señalado para el valle del río Mendoza. Así, por ejemplo, extensos cuerpos de agua propios de épocas más húmedas, se fueron extinguiendo a medida que el clima se hizo más seco y la evaporación superó a las precipitaciones. Por este motivo, los depósitos limosos y arcillosos "acumulados en el fondo de dichos cuerpos de agua quedaron al descubierto, pasando a formar la superficie del terreno, de carácter marcadamente impermeable". Encima de éstos se depositaron "nuevos aportes aluviales y eólicos, que formaron superficies de

<sup>66</sup> PAPADAKIS, J., *Suelos*, en "Informe agropecuario de la provincia de Mendoza", IDIA, N° 140, Buenos Aires, INTA, 1959.

suave escurrimiento, médanos y cuencas sin salidas, o de desagüe temporario. El piso de estas formaciones es por lo tanto impermeable e impide el drenaje de las aguas superficiales y de percolación, las que al evaporarse ascienden y abandonan sus sales en el perfil y superficie de los suelos con la consiguiente salinización progresiva de los mismos".

Por otra parte, hay arenas que originariamente y hasta hace relativamente poco tiempo, eran aluviales, "están siendo retransportadas por el viento y van constituyendo acumulaciones eólicas que cubren áreas considerables".

"En la región se presentan altas temperaturas y la cantidad de agua caída en forma de lluvia es insignificante. El clima desértico no ha permitido, pues, por falta de agua, la evolución y el suficiente lavado de los suelos vírgenes. Éstos presentan hoy, aún muy visiblemente, los caracteres geológicos originales de sus respectivos materiales madres.

"La vegetación, dadas las características climáticas, no ha tenido mayor importancia como factor formador de los suelos de la región; pero sí como agente de protección del mismo contra la acción erosiva del viento y del agua."<sup>87</sup>

Conviene llamar la atención, como ya se hizo sobre el clima de la montaña, acerca del papel que juegan los colores en los microclimas y, dada la extensión de los grupos de suelos, hasta en los climas locales de la planicie. Más aún si a esto se suma el de las rocas madres, como en el caso de la Payunia, donde las enormes coladas de basaltos cuaternarios cubren cientos y cientos de kilómetros cuadrados.

En este sentido cabe destacar, dentro del tono descolorido y uniforme del paisaje mendocino, la presencia de enormes extensiones de suelos negros (roca madre) de las mesetas y coladas volcánicas que alternan a veces con médanos blanquecinos y voladores y las extensas depresiones, salinas de blanco relumbrantes como las del Diamante, Llanacanelo y multitud de depresiones menores encerradas en las escorias volcánicas. Lamentablemente no podemos, por falta de medios, establecer con precisión la función de esta variedad de materiales.

---

<sup>87</sup> ROMANELLA, G. A., *Los suelos de la región del río Mendoza. Ensayo de establecimiento de series*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. IV, N° 14, Mendoza, Instituto de Geografía, '957, p. 1-57.

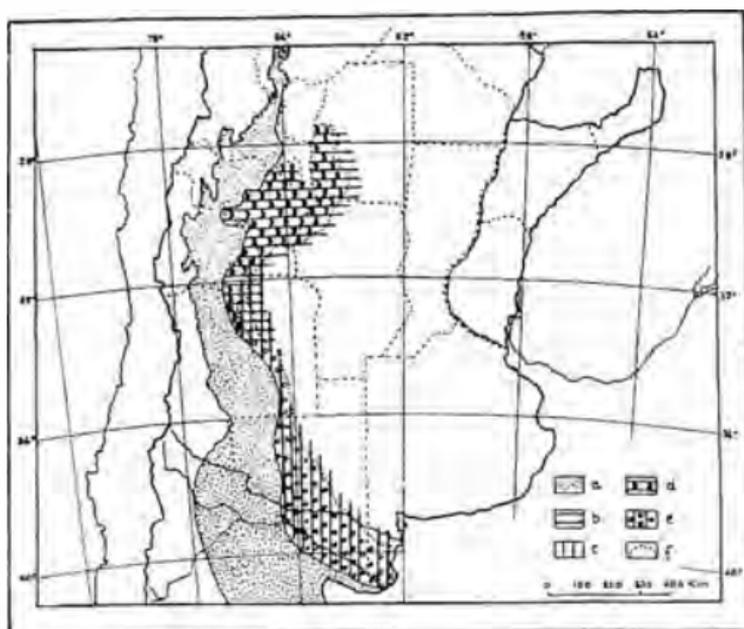


FIG. 148 — Relaciones entre Monte, Chaco y Espinal: a) Monte; b) Chaco; c) Espinal; d) Mezcla de elementos del Monte y Chaco; e) Mezcla de elementos del Monte y Espinal, y f) límite de la zona de transición, según J. Morello.

Otros elementos que conviene poner de relieve antes de presentar los caracteres generales de la cubierta vegetal que está más directamente vinculada al clima regional, son los efectos del modelado del suelo de pequeña magnitud. Por otra parte, este mismo modelado está siempre vinculado a la elaboración de los suelos y cada uno presenta condiciones edáficas distintas.

En este sentido conviene recordar que dentro de la provincia se destaca la existencia de particularidades propias de los bolsones, mesetas, llanuras y aun de unidades menores como los *bad-lands* (Huayquerías), barriales, médanos, salares, salitrales, bajadas, conos de deyección, bardas, ríos permanentes, ríos intermitentes, ríos subterráneos, ambientes con agua subterránea semisuperficial, etc.

Finalmente, queremos dejar sentado que no tomamos la vege-

tación como un índice absoluto de las condiciones climáticas ni viceversa, por cuanto a los reparos que acaban de hacerse de tipo morfológico y edáfico hay que agregar otros tales como los "relictos" de condiciones geográficas del pasado, la acción de los animales y el hombre, etc. Ruiz Leal y Roig, al tratar *Erial de vegetación en montículos* nos han dejado una magnífica lección al respecto.<sup>68</sup>

Hechas estas advertencias veremos en qué medida la cubierta natural de vegetación o espontánea, nos ayuda a definir y delimitar la extensión y los caracteres del clima regional de la planicie mendocina.

### Vegetación

Para el estudio de la vegetación natural o espontánea de Mendoza hemos recurrido al excelente trabajo de Jorge Morello, *La provincia fitogeográfica del Monte*. Por la consideración que ha prestado a las relaciones del medio físico (clima, morfología y suelo) con el biológico y aun la actividad humana, ha realizado una obra botánica de gran interés geográfico.<sup>69</sup>

De acuerdo con este autor, en las planicies mendocinas se desarrollan las siguientes unidades fitogeográficas: 1) la Patagonia; 2) el Monte; 3) una mezcla de Monte y Chaco; 4) el Chaco, y 5) el Espinal.<sup>70</sup>

Tal como puede observarse en la fig. 148 estas unidades se encuentran dispuestas en franjas más o menos paralelas, en sentido W-E. Es evidente que la mayor extensión corresponde al Monte. La Patagonia alcanza su mayor extensión en la región volcánica del Payún o Patagonia mendocina; hacia el N se ha instalado, especialmente sobre el glacis cordillerano. Quizás no sea exagerado afirmar que esta instalación sobre el glacis obedece a razones edáficas; es decir, a las condiciones especiales del suelo de éste y no a razones climáticas. Más aún, cuando a esta altura de la planicie las precipitaciones se encuentran en aumento y las temperaturas no

<sup>68</sup> RUIZ LEAL, A y ROIG, F. A., *Erial de vegetación en montículos*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. VI, N° 25, Mendoza, Instituto de Geografía, 1959, p. 161-209.

<sup>69</sup> MORELLO, J., *La provincia fitogeográfica del Monte*, Opera Lilloa II, Tucumán, Instituto Miguel Lillo, 1958, 155 p. y 58 lám.

<sup>70</sup> *Ibidem*.

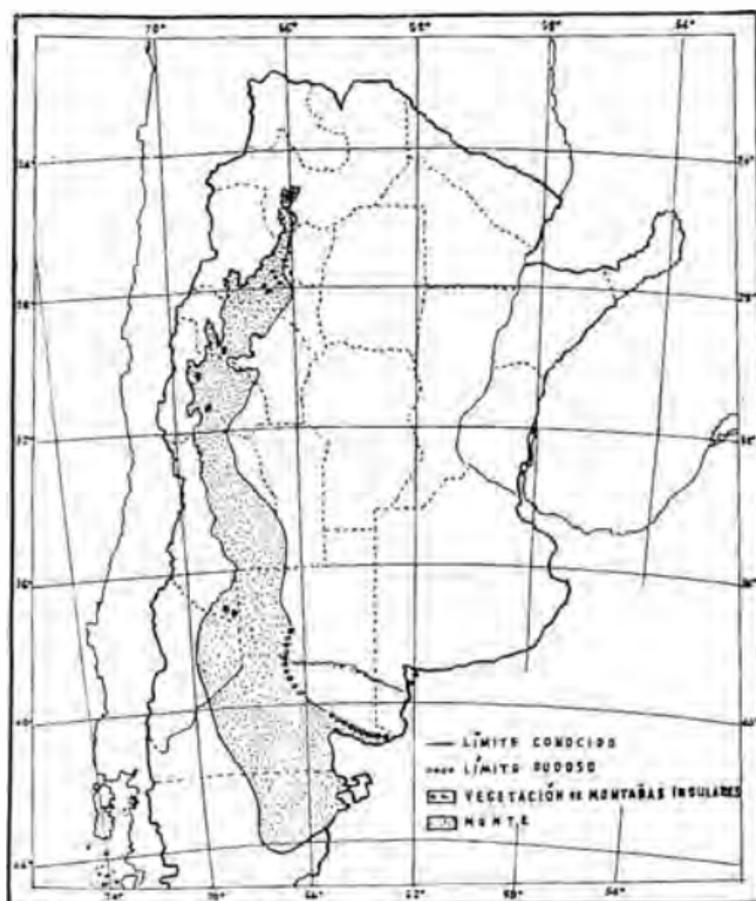


FIG. 149 — Límites del Monte, según J. Morello.

registran cambios más profundos que los que podrían producirse en sentido latitudinal.

Solo resta de la provincia un pequeño ángulo del NE que se distribuyen el Chaco, la mezcla de Chaco y Monte, y el Espinal.

Al igual que los climas regionales mendocinos, las unidades fitogeográficas no son exclusivas de Mendoza, sino que proceden de provincias vecinas. El Monte, especialmente, es una unidad larguísima que se extiende en más de 2.000 km, en sentido N-S (Fig. 149).

Por la extensión que ocupa, porque coincide con la zona en que menos datos estadísticos y aun cartografía adecuada poseemos, el Monte reviste gran importancia para el conocimiento del clima mendocino y a él prestaremos preferente atención.

"El Monte —dice Morello— fisionómicamente, es un mosaico de dos tipos de vegetación: la estepa de arbustos, que es un tipo climático (zonal) y el bosque, que es un tipo edáfico (azonal) y aparece solo en los lugares húmedos.

"El clima es adverso a la existencia de gramíneas perennes y de bosques extensos."

Además, la estepa arbustiva, en abierta competencia con el bosque ayudada por la tala, ha conquistado los espacios que en muchos lugares, especialmente en Mendoza, correspondían al bosque.<sup>71</sup>

#### *Caracteres climáticos del Monte.*

Si se exceptúan Andalgala y Cafayate —dice Morello— las lluvias son inferiores a 200 mm anuales. Si bien jamás faltan las lluvias en términos absolutos, hay una estación seca cuya duración es inferior a los nueve meses. Al norte de los 37° de latitud el invierno es seco, con lluvias locales en primavera y en otoño. Al sud, en cambio, hay tendencias al tipo mediterráneo, con lluvias más regulares. Es probable, al menos así nos parece a nosotros, que el límite fijado por Morello, dado la escala en que el autor ha trabajado, no es del todo exacto y que dicha línea, sinuosa, bordea por el norte y el W las huayqueras del Payún, la depresión de Llancauelo hasta Cañada Amarilla y, desde este último punto se dirige hacia el NW entrando en el departamento de San Carlos hasta el límite de la Patagonia y el Monte. De otra manera, parece seguir el límite de la unidad vegetal típicamente patagónica con el Monte.

Otro rasgo climático de importancia del Monte es la isoterminia, lo cual, por otra parte, explica la gran uniformidad florística y fisionómica.<sup>72</sup>

<sup>71</sup> *Ibidem*.

<sup>72</sup> De paso, conviene recordar las citas de Morello sobre la antigüedad del régimen árido del Monte. Según Kusnezov, data, por lo menos, sin mayores cambios, desde el Eoceno-Oligoceno y, según Groeber, en el Monte hay datos de cambios de un clima más cálido y húmedo a un clima más templado y seco.

En el Monte dominan las zigofiláceas arbustivas, en especial del género *Larrea*, *Phacocarpa* y *Bulnesia*; los bosques de prosopis solo aparecen como galerías de ríos de caudal permanente ó bordeando los salares.

Siendo el clima del Monte típicamente árido, en el sentido de Th. Meigs, conviene señalar sus caracteres bioclimáticos. Las lluvias, por su escasez, no permiten desarrollar ningún tipo de cultivo que no sea en secano. "Las terófitas son el tipo biológico más numeroso (en porcentaje de espectro). Los arbustos de follaje estacional o permanente son el tipo biológico dominante (cubren 70 a 80 % de la superficie del Monte). "Los pastizales perennes se encuentran localizados en lugares edáficamente húmedos y los bosques, marginales o en galerías coinciden con la existencia de agua en el subsuelo, al alcance de sus raíces. Las Bromeliáceas son epífitas y rupestres, nunca terrestres. Según información verbal del Dr. Ruiz Leal, al menos en Mendoza existen dos especies terrestres: *Deina Canthon Urbanianum* y *Deuterocolmia logipetala*, que es, a la vez, orófila y terrícola en el piedemonte.

Unida a la escasez de precipitaciones y la poca nubosidad, se encuentra la falta de ríos autóctonos en el ámbito del Monte. Las temperaturas diurnas son altas, aún en el invierno, mientras que la fuerte irradiación nocturna produce acentuadas bajas térmicas. Son comunes en el Monte polvorientos vientos foehn.

De N a S, dentro del Monte, a partir de Ramblón (San Juan), pueden citarse algunas cifras relativas a las precipitaciones, que ponen de manifiesto el grado de aridez:

Ramblón .....	605 m s/000	90,0 mm
Jocoli .....	587 "	89,3 "
Alto Verde .....	639 "	146,8 "
Rivadavia .....		154,6 "
Santa Rosa .....	604 "	150,3 "
La Dormida .....		160,2 "

Jocoli es el centro de la aridez dentro de una zona mendocina en la cual las precipitaciones no pasan de 100 mm. El fenómeno no es exclusivo de la planicie, sino que también se registra en la montaña, en el valle de Uspallata (Fig. 118).

A las diferenciaciones climáticas que vamos apuntando dentro de las planicies mendocinas y que se manifiestan a través de tres franjas fitogeográficas meridiana, es posible agregar una nueva subdivisión, esta vez en sentido latitudinal, tomando en cuenta la in-

tensidad de la sequía, su duración y la estación de lluvias. De acuerdo con estos criterios, el Monte, y también la Patagonia, pueden dividirse en dos áreas climáticas diferentes: 1) al N del río Colorado o los 37° de lat. S, aproximadamente, con lluvias estivales correspondiente al tipo climático subtropical, y 2) al sud del límite fijado, sin concentración estacional nítida de lluvias o tipo climático mediterráneo.

En verdad todo el Monte mendocino goza de clima subtropical, en el sentido de Morello, puesto que la zona que ocupa en la provincia no alcanza a los 37°. En cambio y de acuerdo con el límite que dimos a conocer anteriormente, la vegetación patagónica mendocina, fuera del área del Payún, corresponde al régimen subtropical de precipitaciones, mientras que a dicha región le corresponde el tipo de clima con tendencia mediterránea.

En realidad, conviene sustituir la expresión "tipo de clima subtropical" de Morello, por *régimen de precipitación subtropical*, aludiendo tan solo al origen del agua precipitable. El clima mendocino, en sí no es subtropical sino "típicamente templado y claramente definido por la dinámica atmosférica". Conviene precisar estos puntos pues la idea del carácter subtropical del clima mendocino se ha generalizado dentro y fuera del país, equivocadamente.

Dentro del Monte con precipitaciones de origen subtropical, el movimiento de aire dominante es del NE a SW y procede del anticiclón subtropical atlántico y, en segundo lugar, del N y es de origen tropical. Las precipitaciones comienzan en octubre y se prolongan hasta febrero e, incluso, a marzo y el lapso no es interrumpido por sequías dignas de considerar. La estación seca es el invierno y no hay período húmedo que la interrumpa.

En estas apreciaciones puede advertirse diferencias con lo afirmado por Morello y ello no involucra la suposición de que este autor no ha sido suficientemente preciso, sino que ha generalizado sobre una unidad más extensa (2.000 km de largo), mientras que nosotros estamos tratando de ajustar las características particulares de la porción correspondiente a Mendoza.

"La flora de terófilas está en concordancia con esta distribución de las lluvias; no hay efímeras de invierno (especies con óptimo de germinación alrededor de los 15°); todas las especies estudiadas en clima controlado con efímeras de verano, con óptimo de germinación alrededor de los 27°. El tapiz de las plantas anuales desaparece temprano, marzo a abril.

En cuanto al Monte, con precipitaciones con tendencia al tipo Mediterráneo, según se ha dicho, se encuentra fuera de Mendoza. Solo se halla en la región del Payón o Patagonia mendocina.

Es propio de la región en la cual las masas de aire subtropical han perdido alcance y comienzan a dominar las de origen polar pacífico, de rumbo SW a NE. Las precipitaciones, como que se trata de un régimen de transición entre el tipo estival y el invernal, son más regulares, "isohigro", sin concentración estacional marcada. Los vientos, que predominan del SW, son muy fuertes y constantes, contrastando con el elevado número de calmas del Monte y, en general, del resto de la planicie mendocina.

Lamentablemente, no tenemos otros elementos de juicio sobre el particular. De todas maneras, al tratar los climas locales se ampliarán los conocimientos.

Tanto las fototemperaturas como las nictotemperaturas son bastante uniformes, más aún cuando existen compensaciones de tipo latitudinal en frente de compensaciones de tipo altitudinal.

Si bien las diferencias entre las nictotemperaturas del mes más cálido y el mes más frío son grandes (Mendoza = 19, 6-4, 6 = 15,0) y definen un clima de máxima continentalidad, están muy lejos de los valores que pueden registrarse en otros lugares, tales como en el Death Valley (EE. UU.), cuya diferencia es de 31°.

Además, la duración del período de crecimiento de las plantas está controlado por las lluvias, más que por las temperaturas.

Dado el carácter zonal del Monte sin bosque que ocupa la mayor parte de la planicie mendocina, al extremo que el clima regional podría denominarse como "clima del Monte", usando un parámetro biológico, mucho más rico que los puramente físicos, conviene anotar algunos detalles relativos a las características de la vegetación.

El tipo zonal (climático) está constituido por una estepa de arbustos cuyas alturas no exceden de los tres metros, ramificados desde la base o presentando un tronco cortísimo duro o muy duro, de "entrenudos cortos con tres tipos de órganos asimiladores: ramas verdes (afilia total o parcial), follaje permanente resinoso y estacional". A veces forman colonias y otras veces no son más que arbustos aislados. "En ambos casos las colonias o los ejemplares aislados están bien separados unos de otros, mostrando áreas desnudas en la época seca y cubiertos de efímeras en la lluviosa. El color del suelo (gris) es el dominante en el paisaje.

Los arbustos viven mezclados con subarbustos, con suculentas plantas de bulbos, tuberosas y efímeras.

En la estepa zonal se destacan dos caracteres negativos: la ausencia de pastos perennes y la falta de árboles.<sup>72</sup>

En la provincia de Mendoza, los bosques de que hablara Haenke hace más de un siglo, han desaparecido por la acción del hombre.

### *La frontera entre el Monte y el Chaco*

En el ángulo ENE de la provincia de Mendoza, ya fuera del Monte propiamente dicho, la cubierta vegetal se torna compleja. Se introducen en esta área, procedente de provincias vecinas, la provincia del Chaco y el Espinal e, incluso, conviven en determinados sectores dando lugar a bandas en las cuales se mezclan elementos del Monte y Chaco, y elementos del Monte y Espinal (Fig. 148).

En la franja de mezcla de Monte y Chaco, "conviven dominantes de comunidades de ambos territorios" sobre una parte de la región de "baldes", hasta los 33° 20' S.

Desde el punto de vista eco-climático el Chaco se distingue del Monte, para iguales latitudes, por sus foto y nictotemperaturas más elevadas y por poseer el doble de precipitaciones. Además, la estación seca en el Chaco es más corta. Mientras en el Monte las precipitaciones medias mensuales inferiores a 5 mm alcanzan de 5 a 7 meses, en el Chaco llegan tan solo a tres.

En cuanto a los indicadores bioclimáticos, Morello anota los siguientes:

"1) Árboles caducifolios por sequía, como por ejemplo *Schinopsis quebracho-colorado* y *Schinopsis haenkeana*. La caída de las hojas es muy lenta y se completa recién al finalizar el estío, permaneciendo en estas condiciones de 15 a 30 días, solamente.

"2) Existencia de Bromeliáceas pediófilas con raíz absorbente subterránea (escaso desarrollo de la cisterna y excepcionalmente con

<sup>72</sup> Ibidem.

raíces adventicias aéreas en la base de los filodios). En el Monte, en cambio, este tipo está pobremente representado y sus componentes son saxícolas exclusivos.

"3) Existencia de helechos reviviscentes pediófilos como *Selaginella sellowii* cubriendo grandes superficies de suelo; en el Monte el mismo helecho es rupestre fisurícola.

"4) Existencia de árboles de tronco suculento como *Chorisia insignis* ausentes en el Monte.

"5) Existencia de árboles y arbustos con raíces suculentas o formaciones similares, tipo que falta en el Monte.

"6) Existencia de palmeras *Trithrinax campestris*.

"7) Existencia de árboles y arbustos de tronco verde asimilador, tipo escaso y localizado en el Monte.

"8) Existencia de bosques claros, caducifolios o esclerófilos que se extienden sobre grandes superficies sin estar limitados a condiciones locales favorables (napa de agua, quebradas, etc.).

"9) Existencia de pastizales perennes no localizados en suelos húmedos."

En cuanto a la vegetación chaqueña en el área de Mezcla Monte-Chaco, pueden citarse los bosques "abiertos de quebracho blanco" que desde La Rioja "penetran en Mendoza por los departamentos de General Lavalle, La Paz y Santa Rosa hasta la altura del río Tunuyán a 33° 20'. Existe, además, una mezcla de Chaco y Espinal desde los 33° 20' hasta los 34° 20' S, o sea hasta la latitud de Monte Comán, un poco al norte de donde confluyen el Salado y el Diamante. "Estos bosques, además del quebracho blanco tienen: *Deina canthon*, *urbinárium*, *Acacia caven*, *Condalia microphylla*, *Jodina rhombifolia*, *Capsicum*, *Lantana*, *Teucrium*, etc. todos ellos elementos típicos chaqueños".<sup>73</sup>

En la extremidad SE del área en cuestión; es decir, fuera del Monte y dentro de la provincia de Mendoza, se produce la mezcla entre el Monte y el Espinal.

<sup>73</sup> Ibidem.

Si bien es cierto que la vegetación cbaqueña y del espinal y las mezclas de éstas con el Monte ocupan una pequeña área de la provincia de Mendoza y la presencia de la provincia fitogeográfica patagónica obedece menos al clima que a condiciones edafológicas y morfológicas, no se puede negar la existencia de matices dentro del clima regional de la planicie. Estas bandas climáticas, de sentido meridiano ponen en evidencia que la uniformidad, que el análisis físico del clima nos había mostrado, no es absoluta. De todas maneras, puede definirse el clima regional de la planicie como clima del Monte.

Ahondando el análisis se encontrarán, sin duda, climas locales diversos que ya se anuncian por los matices del clima regional que acabamos de mostrar; pero, antes de encarar este aspecto veremos algunos grandes problemas climáticos de la provincia. En primer lugar los que derivan de las precipitaciones.

CAP. VII.—LA IRREGULARIDAD DE LAS PRECIPITACIONES Y  
LÓS PROBLEMAS ASOCIADOS.

*Aluciones y riego*

Bajo un clima árido y semiárido como el de Mendoza, con la totalidad de los cultivos bajo riego, parecería que el tema de las precipitaciones y un balance hídrico carece de significación; más aún cuando el agua de riego procede de cursos alóctonos. Sin embargo, distintas razones que se irán poniendo de manifiesto, confieren especial importancia al problema de las precipitaciones en la planicie.

Mendoza forma parte de una gran región seca que "se extiende en el continente a lo largo de la costa del Pacífico desde el Ecuador (Golfo de Guayaquil) hasta unos 33° S (a la latitud de Valparaíso, prolongándose 2 ó 3° hacia el sud, en los valles longitudinales chilenos y 2 ó 3° hacia el norte en las regiones altas de la cordillera). Además, abarca esta región la puna boliviana y se extiende, en el lado oriental de la cordillera, hacia el sud, a través de la región del Río Colorado y de la Patagonia, hasta el estrecho de Magallanes".<sup>74</sup>

Además, Mendoza se encuentra, desde el punto de vista de las precipitaciones, íntegramente dentro del "régimen subtropical continental durante todo el año (con escasas lluvias durante todo el año, con máxima en verano)". Este régimen excede el ámbito de la provincia y linda por el norte con el "régimen tropical de verano y subtropical de invierno, con lluvias estivales y sequía invernal"; por el este con el "régimen de transición entre el subtropical continental durante todo el año y el subtropical atlántico en verano y de la zona templada en invierno". Por el sud y el oeste con el

<sup>74</sup> PROHASKA, F., *Regímenes estacionales de precipitación...* cit.

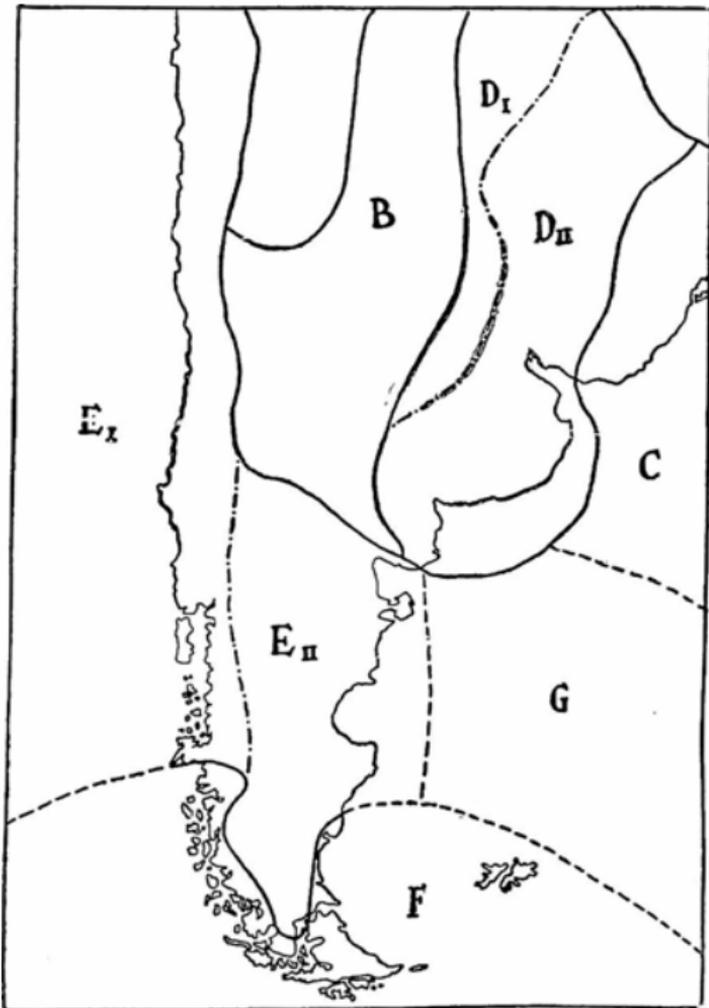


FIG. 150 - Regímenes de precipitaciones, según J. Prohaska. B. Régimen subtropical continental durante todo el año. D I. Régimen de transición. E I y II. Régimen subtropical pacífico en verano y de la zona templada en invierno.

"régimen subtropical pacífico en verano y de la zona templada en invierno, con máxima lluvia en invierno y mínima en verano" (Fig. 150). Al oeste corresponde, propiamente, el "subtipo I de la costa chilena entre 29 y 47° S" y al sud el "subtipo II de Patagonia y costa atlántica entre 41 y 50° S". Tiene importancia señalar los regímenes colindantes pues la dinámica atmosférica crea amplias zonas de transición que, unidas a la escala en que está realizado el mapa de Prohaska, hacen necesario un ajuste a la realidad mendocina cuando se trata en particular.

El régimen dominante, "subtropical continental durante todo el año, con lluvias escasas a lo largo de todo el año, pero con máxima en verano", se caracteriza por una marcha de la nubosidad inversa a las precipitaciones; es decir, la nubosidad crece hacia el invierno mientras decrecen las precipitaciones. Esto no ocurre en el régimen que limita al de Mendoza por el norte. Y se debería al desplazamiento del cinturón de altas presiones atlánticas hacia el norte en el invierno, que hace participar a Mendoza de la elevada nubosidad de la zona templada. Las precipitaciones, en cambio, serían similares a las del régimen dominante al norte de Mendoza, o sea, que "no solamente se observan lluvias en los meses centrales de verano, sino que incluso con igual intensidad en toda la estación cálida. También se producen precipitaciones de muy escasa intensidad en el invierno". Esto se debería a que "los anticiclones de aire frío y la ausencia de corrientes que aportan aire húmedo desde el norte y noreste no dejan aumentar la cantidad de lluvia invernal sobre el 5 % de la ya pequeña suma anual".

"La época de lluvia empieza en esta región en la primavera cuando el continente comienza a calentarse por la fuerte insolación en esas latitudes y se mantiene durante toda la época cálida. Como es típico para lluvias estivales en los continentes, las cantidades mensuales varían en gran escala de mes a mes y de año a año. En los promedios de muchos años, sin embargo, se equilibran estas diferencias a tal punto, que todos los meses estivales tienen casi iguales valores. Solo tomando en cuenta toda la región, el mes de diciembre tiene el máximo de lluvia". En este sentido cabe destacar un detalle que, en el caso de Mendoza, no coincide plenamente con lo afirmado por Prohaska, debido, quizás, al carácter general de su trabajo y a la escala en que trabajó su mapa. Se trata de la máxima de diciembre que, en casi todo Mendoza, como puede apreciarse en las estadísticas (Tabla 9, Fig. 151) a este mes corresponde

Tabla 9. — Precipitaciones, N° de días e intensidad. Según KNOCHÉ y BOUZACOV, *op. cit.*

ESTACION		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ARO
San Juan	Precip.	19.9	15.8	10.7	4.0	1.7	1.7	4.5	1.9	3.4	6.0	5.2	8.5	83.3
1897/938	N° días	2.6	2.5	1.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.9	1.1	1.0	1.8	13.7
43 años	Int. Med.	7.6	6.3	7.1	8.0	4.2	3.4	9.0	4.7	3.8	5.4	5.2	4.7	6.1
Mendoza	Precip.	23.5	30.4	26.2	12.5	10.6	8.4	6.9	6.1	14.7	19.2	14.0	20.5	193.0
1908/38	N° días	4.1	4.4	3.4	2.5	2.8	1.5	1.7	1.8	2.7	3.5	2.8	3.6	34.8
31 años	Int. Med.	5.7	6.9	7.7	5.0	3.8	5.6	4.1	3.4	5.4	5.5	5.0	5.7	5.5
San Carlos	Precip.	48.6	31.8	29.9	14.6	12.5	7.5	8.2	13.3	27.3	24.0	22.0	30.7	270.4
1904/38	N° días	4.0	3.2	3.1	1.7	1.7	1.4	1.6	1.5	2.8	3.3	2.6	3.8	30.7
34 años	Int. Med.	12.2	9.9	9.6	8.0	7.4	5.4	5.1	8.9	9.8	7.3	8.5	8.1	8.8
San Rafael	Precip.	42.4	36.0	31.3	17.0	13.1	5.8	2.3	7.1	16.7	39.0	20.9	28.8	261.0
1905/38	N° días	4.1	4.1	2.5	1.7	1.9	1.1	0.8	1.2	2.3	3.5	2.8	3.3	29.3
33 años	Int. Med.	10.3	8.8	12.5	10.4	6.9	5.3	2.9	5.9	7.3	11.1	7.5	8.7	8.9
Chos Malal	Precip.	6.8	6.1	10.8	16.0	45.6	67.2	30.5	26.7	16.9	12.6	9.5	6.9	255.5
1893/938	N° días	1.3	1.4	2.2	2.4	4.9	5.8	4.3	4.0	2.6	2.1	2.0	1.9	34.9
36 años	Int. Med.	5.2	4.4	4.9	6.6	9.3	11.6	7.1	6.7	6.5	6.0	4.8	3.6	7.3

una mínima secundaria, ubicada entre dos periodos de máximas. La máxima principal de Mendoza se ubica entre enero y febrero. En cuanto a la irregularidad de las precipitaciones que señala Prohaska es muy evidente y más adelante se darán a conocer numerosos ejemplos.

Según el mapa de dicho autor (Fig. 151), el ángulo NE de Mendoza tiene máximas precipitaciones en el mes de enero y el resto en diciembre.

En verdad, de acuerdo a los periodos de estadística aquí utilizados, las máximas corresponden a enero o febrero; pero nunca a diciembre. En este periodo, como ya se dijo, se registra la mínima secundaria, excepto en el SW cuyo régimen difiere del resto de la provincia. Además, siempre de acuerdo con el autor citado, las precipitaciones dependen del centro de bajas presiones del NW del país "que tiene su causa principal en el fuerte calentamiento de esta región y la existencia de la Cordillera en el oeste. El desarrollo de esta depresión es tanto más fuerte cuanto más alta es la temperatura y alcanza por lo tanto su mayor desenvolvimiento en enero". Finalmente, la influencia del anticiclón atlántico no alcanzaría a Mendoza.<sup>75</sup>

El SW mendocino, como ocurre con otros aspectos geográficos, desde el punto de vista de las precipitaciones constituye una zona de transición entre el tipo que puede considerarse preponderante en Mendoza (régimen subtropical continental durante todo el año, con escasas lluvias, ... y con máximo en verano) y el "régimen subtropical pacífico en verano y de la zona templada en invierno con máximo de lluvia en invierno y mínima en verano", sin que pueda discriminarse con precisión si se trata del "subtipo pacífico y de la costa chilena" o de la "Patagonia y costa atlántica". La línea divisoria trazada por Prohaska para los tres tipos de regímenes pasa muy cerca de la zona en cuestión pero, como se ha dicho, los procesos dinámicos se mueven con tanta amplitud en el espacio que no se puede descartar para la zona la interferencia de los tres sistemas que habrían creado su régimen tan particular. La influencia del "subtipo patagónico-atlántico" se hace patente en las precipitaciones invernales de nieve resultantes de singulares empujes del anticiclón sud o sudestada que posibilita precipitaciones orográficas

---

<sup>75</sup> Ibidem.



Como puede verse, el régimen es completamente distinto al resto de la planicie mendocina.

### *Régimen sinóptico de la lluvia en el piedemonte*

Tampoco existe un estudio meteorológico especial de este tipo para Mendoza, por lo cual se tratará de adaptar y reajustar las conclusiones del citado trabajo de Kurt Wolcken.

Si bien en Mendoza se da una condición de las consideradas por este autor para la producción de precipitaciones, corrientes ascendentes, a causa de fuerte radiación con el consiguiente enfriamiento del aire húmedo, se cumple menos otra indispensable: la existencia de adecuada cantidad de humedad. Esto es explicable por la existencia de una inmensa cordillera que interfiere las corrientes de aire húmedo del Pacífico y las transforma en aire seco, de tipo foehn (Zonda), creando un cuadro típicamente árido a barlovento, y la gran distancia del Atlántico, cuyas masas de aire húmedo, cuando llegan a la zona, lo hacen bastante disminuidas en su cantidad de agua. Los ríos aléctonos que cruzan el territorio provincial son de escasos caudales y totalmente absorbidos por el riego. No existen cuencas lacustres ni reservorios naturales de agua de ninguna otra categoría que puedan aportar grandes cantidades de humedad. Mendoza cuenta solo con dos diques de embalse; pero ya sabemos que éstos no influyen en el régimen de humedad y precipitaciones, más aún cuando se encuentran en zonas en las cuales las precipitaciones están 700 mm por debajo de las necesidades de la evapotranspiración. La vegetación, típicamente xerofítica, no contribuye en nada a humedecer la atmósfera.

Las masas de aire frío que entran desde el SW son pobres en vapor de agua. Las de aire cálido y húmedo del NE arriban a Mendoza luego de un largo recorrido por el país y llegan con escasa disponibilidad de agua. En cuanto a las masas que atraviesan la cordillera ya hemos dicho que pasan como foehn luego de haber condensado su humedad en las altas cumbres cordilleranas.

Por otra parte, el puente de altas presiones invernales reduce la entrada de vapor de agua desde el Atlántico. En verano, con el fuerte calentamiento del continente, desaparece dicho puente y en su lugar existe baja presión (Fig. 3). Entonces, el aire húmedo del NE puede entrar con facilidad y también con mayor intensidad que

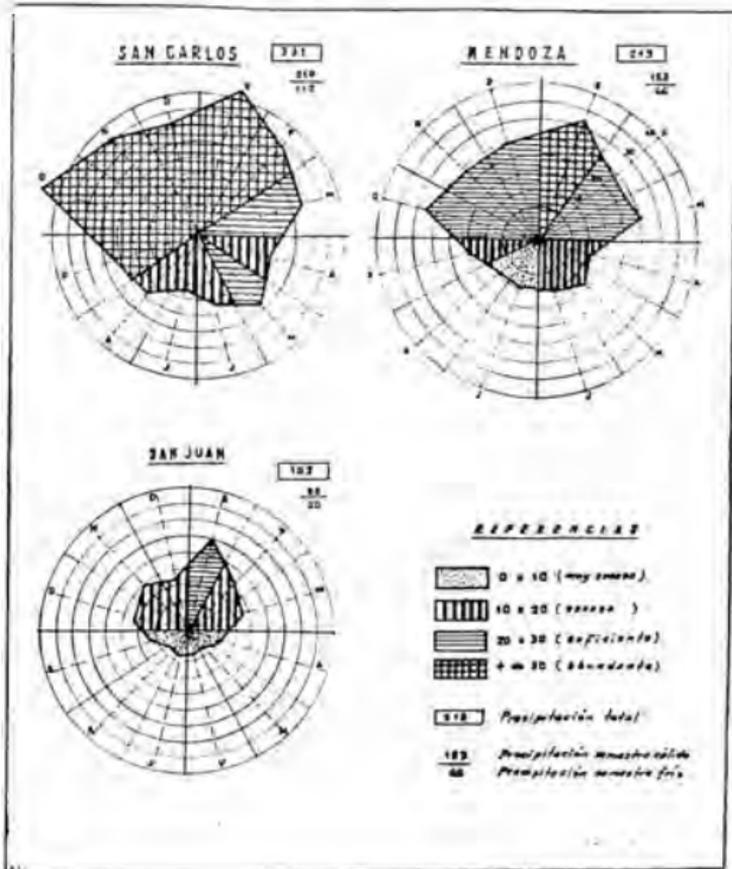


Fig. 152 — Precipitaciones correspondientes a San Carlos, Mendoza y San Juan.

en la época fría. Tal mecanismo se reflejó muy bien en la marcha anual de las isolíneas de precipitaciones mensuales. Como ejemplo vemos en la figura 5 a y b las sucesivas posiciones de las isohietas de 60 mm en el transcurso del año. Durante los cuatro meses fríos de junio, julio, agosto y setiembre, la isohieta está ubicada en la parte oriental del litoral fluvial. Al desaparecer el puente de alta presión, dicha isohieta se desplaza, en apenas dos meses, 700 km hacia el W, hasta las provincias andinas, donde permanece durante

los cuatro meses calurosos de diciembre, enero, febrero y marzo, para regresar luego, otra vez, solo dos meses a su posición invernal con el establecimiento del puente de alta presión.<sup>77</sup>

Ajustando este "fondo climático", como lo llama Wolcken, a Mendoza, ésta queda separada de la alta presión del Pacífico por una enorme cordillera de más de 4.000 m, que solo permite el paso de aire secado y calentado adiabáticamente y cuando éste irrumpa por el SW de la provincia, también es seco, aunque en menor proporción, cruza en diagonal el país dejando fuera de su recorrido a Mendoza. Cuando vira hacia el norte y alcanza la provincia llega muy frío y seco (Pampero).

En cuanto a los empujes atlánticos se aproximan más en el verano; pero, según Prohaska,<sup>78</sup> no llegan a Mendoza, y según Wolcken la isohieta de 60 mm se detiene en San Luis y se retira mucho más lejos en el invierno a causa de que el puente de alta presión cubre toda la provincia.

Los principales procesos meteorológicos productores de precipitaciones en Argentina, han sido establecidos por Wolcken, anotando sus principales características. Se verá cuáles de ellas generan precipitaciones en Mendoza y en qué proporción intervienen, tomando como base las estadísticas correspondientes al período octubre de 1940 a setiembre de 1942.\*

En la ciudad de Mendoza, en el período considerado se registraron 59,5 días de precipitaciones y un total anual de 202 mm. De éste correspondieron a las precipitaciones frontales 36,0 días de lluvias y 135 mm; o sea, el 67 %, y a las precipitaciones no frontales 23,5 días de lluvia con 67 mm o sea, el 33 % restante del total.

De las lluvias frontales, las que más precipitaciones aportaron fueron las de frente frío de altura, siguiéndoles las de frente frío (frente frío común y frente frío con efecto orográfico), y, finalmente, las de frente caliente. No se registraron precipitaciones por frentes de inestabilidad.

En cuanto a las lluvias no frontales, las máximas correspondieron a las orográficas, luego a las de convergencia y, en menor es-

<sup>77</sup> WOLCKEN, K., *op. cit.*

<sup>78</sup> PROHASKA, F., *Regímenes estacionales...*, *cit.*

\* Para las estadísticas, ver WOLCKEN, K., *op. cit.* Cf. CAPITANELLI, R. G., *Balance hídrico del piedemonte mendocino*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. IX, N° 34, Mendoza, Instituto de Geografía, 1962, p. 1-38.

cala, a las de seudofrente de lluvia y convección. Todo ello en cuanto a la cantidad total de agua caída; en cuanto a la frecuencia de precipitaciones, el orden es distinto. Las de convección fueron más frecuentes que las de convergencia. Estas fueron tan frecuentes como las de turbulencias convectivas y superiores a las de seudofrente de lluvia.

Es necesario recordar, sobre el particular, la advertencia de Wolcken: "Es seguro que la convección juega un papel importante en la mayoría de los casos clasificados como frontales, pero sin el ascenso frontal esta convección no hubiera conducido a lluvias. El aire ascendente posee a menudo inestabilidad convectiva condicional, es decir que ella se realiza únicamente cuando el aire es levantado suficientemente por otro proceso, el frontal en nuestro caso".<sup>79</sup>

A fin de aclarar convenientemente los procesos que actúan en las precipitaciones en Mendoza, es necesario realizar el mismo análisis anterior de acuerdo con la división del año en invierno (abril a setiembre) y verano (octubre a marzo).

Durante el verano pueden esperarse 26 días de lluvias con un total de 107 mm. De estos totales, 54 mm corresponden a procesos en los cuales no predominan los frontales, y 53 a éstos. Sin embargo, la mayor cantidad de lluvias corresponden a los frontales, con 15 días sobre el total de 26.

En invierno caen 95 mm en 33,5 días de precipitaciones. A los procesos frontales corresponde la mayor cantidad de agua caída (82 mm) y el mayor número de precipitación: 21. El máximo aporte de precipitaciones se deben a los frentes fríos de altura.

En suma, como dice Wolcken: En Mendoza..., los procesos no frontales producen el 50 % de las lluvias de verano, pero solamente el 14 % de las de invierno. En cambio, en Buenos Aires hay poca diferencia entre la época calurosa y la fría; las cifras correspondientes son 8 y 11 %.

"No requiere explicación el hecho de que los frentes de inestabilidad y los pseudofrentes de lluvia faltan por completo... En Mendoza, un día con lluvias de frente frío de altura produce 5 mm en promedio, tanto en verano como en invierno. Como en la altura, sobre Mendoza, los vientos del oeste son en el invierno más fuertes

<sup>79</sup> WOLCKEN, K., *op. cit.*

y frecuentes, ocurren en esa época más días de lluvias con frente de altura. El resultado es que la suma de las lluvias debidas a ese proceso supera en invierno a la de todos los demás procesos."

Para terminar con el régimen sinóptico de las lluvias, vamos a referirnos a las máximas caídas en un día. Según Wolcken<sup>80</sup> y de acuerdo a una síntesis de 57 años de precipitaciones correspondientes al período 1877-1948, faltan los años 1881-1890 y los años 1898 y 1899, y seleccionando la máxima lluvia diaria de cada año, resulta que correspondieron a los procesos frontales y a los no frontales 4 sobre un total de 9 casos clasificados de la siguiente manera:

1: Frente frío.

1: Frente caliente.

2: Frente frío de altura.

1: Frente frío de inestabilidad.

1: Convección pura.

1: Convergencia, proceso no frontal.

2: Efecto orográfico puro.

No acusaron registros los procesos turbulento-conectivo, proceso no frontal, frente de lluvia.

Por orden de importancia, según Wolcken, se produjeron los siguientes casos:

1. - 85 mm, el 30/7/11, a causa de un *efecto orográfico puro*. Había una depresión "litoral". La escasez de material sinóptico no permitió establecer con seguridad si predominaba el ascenso orográfico del aire marítimo o si era más importante una vaguada fría de altura.
2. - 84 mm, el 1/2/1920. *Frente frío*. Un frente frío elevó el aire tropical que afluyó a causa de una depresión "del litoral" centrada sobre el sudeste de Santiago del Estero. Notable efecto orográfico.
3. - 59 mm, el 23/1/1945. *Efecto orográfico puro*. Continua afluencia del aire del E. El ascenso frontal fue menos importante que el efecto orográfico. El frente se hallaba a 700 km al NE del lugar.
4. - 57 mm, el 1/3/1897. De este caso Wolcken no pudo dar razones por falta de carta del tiempo.

<sup>80</sup> *Ibidem*:

5. - 53 mm, el 31/12/1926 a causa de un *frente caliente* sin efecto orográfico.
6. - 52 mm, el 18/12/1939. *Convección pura*. Tormenta de verano (de calor).
7. - 49 mm. *Frente frío de altura* o invasión de aire frío en altura.
8. - 49 mm, el 23/1/1922. *Convergencia* (proceso no frontal). El análisis de este caso es muy inseguro. Lo más probable es que se haya tratado de una convergencia de aire convectivamente inestable, debido a una vaguada de altura. Las lluvias fueron muy aisladas y no hubo invasión de aire frío en altura.
9. - 48 mm, el 22/11/1913. *Frente frío de altura*. Vinculado con una vaguada bórica de gran altitud.
10. - 48 mm, 26/11/1913. *Frente de inestabilidad*. Sin embargo, el caso es dudoso a causa del material sinóptico escaso. Probablemente se haya tratado de una tormenta local debida a un frente de inestabilidad.

Del texto de Woleken se entresacan algunas anotaciones que consideramos singulares. Así, por ejemplo, de las estaciones que constituyen la base del análisis (Tucumán, Corrientes, Córdoba, Buenos Aires, Santa Rosa y Mendoza), las lluvias extremas, para el periodo considerado, en 24 horas, "a causa de frentes fríos de altura o frentes de inestabilidad, se registraron únicamente en Mendoza y Buenos Aires. Mientras en la primera una lluvia puede ser causada por casi cualquiera de los procesos de nuestra clasificación, predominan los frentes fríos con efecto orográfico en Tucumán".

La escasez relativa de "grandes lluvias en noviembre" es común a Córdoba, Buenos Aires y Mendoza, "sin que hasta el presente se haya encontrado una explicación satisfactoria para esta interesante irregularidad en la marcha anual".

"En Mendoza nos encontramos además con la particularidad de que en julio, mes del mínimo promedio de lluvias, ocurrió la más grande lluvia diaria de todo el *record*" (30 de julio de 1911). Esto manifiesta el carácter típicamente desértico del régimen.<sup>51</sup>

<sup>51</sup> *Ibidem*.

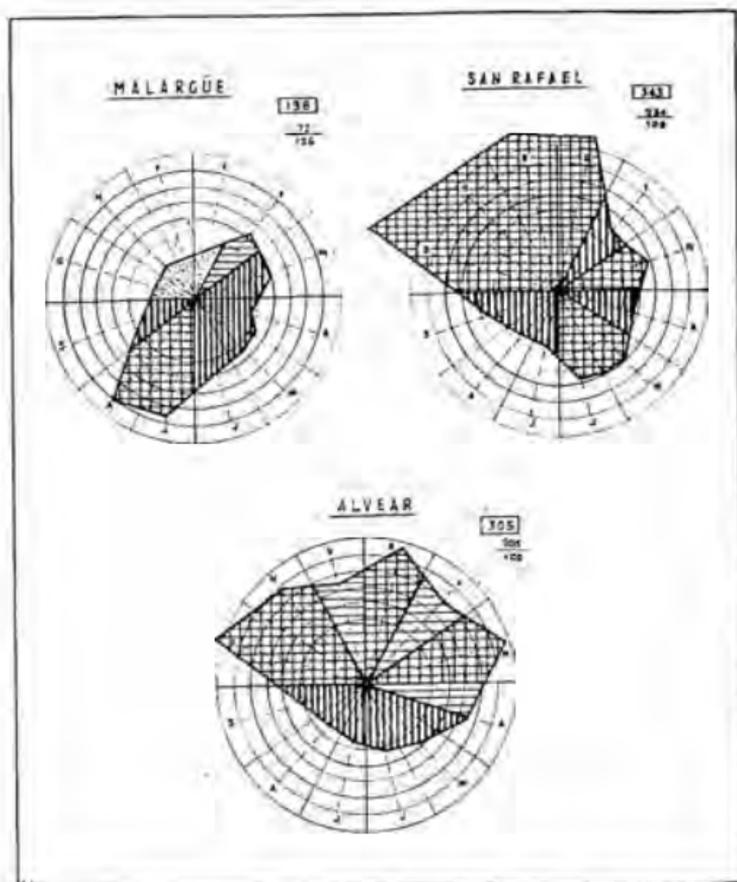


FIG. 153 — Precipitaciones correspondientes a Malargüe, San Rafael y General Alvear.

Los procesos de convección pura en Mendoza, al igual que en Corrientes y Buenos Aires, son insignificantes.

Mucho de cuanto acaba de decirse respecto de Mendoza puede extenderse a gran parte de las planicies, excepción hecha del SW de la provincia, para lo cual hace falta un estudio especial, imposible con los datos de los cuales se dispone.

Tampoco hay información para efectuar un análisis de la in-

tensidad de las precipitaciones en sus *records* fundamentales. Sin embargo, en ocasión de tratar las relaciones entre precipitaciones y aluviones se volverá sobre el tema y se dará una idea del problema.

De todas maneras, dejamos aclarado que, con posterioridad al trabajo de Wolcken, en Mendoza se registró una precipitación de 96 mm el día 31 de diciembre de 1959.

### *Distribución anual de las precipitaciones*

Los gráficos N° 152 a 154 ilustran claramente la distribución de las precipitaciones. Éstos han sido construidos según una escala de comparación que tiene valor para la planicie mendocina. Es decir, las categorías de *muy escasas* (0 a 10 mm); *escasas* (10 a 20 mm); *suficientes* (20 a 30 mm), y *abundantes* (más de 30 mm), son con respecto a otros períodos de la misma estación o con respecto a otra estación de Mendoza.

En primer lugar puede observarse, dentro del piedemonte mendocino, que la ciudad de Mendoza (Fig. 152) registra, a lo largo del año, las cuatro categorías de precipitaciones enumeradas. Sobre un total de 219 mm, solo 66 caen en el semestre que va de abril a setiembre. Las lluvias son más abundantes en enero, mes durante el cual son superiores a los 30 mm y el mínimo corresponde a julio y agosto, con registros inferiores a 10 mm.

Hacia el N, según lo demuestran los registros correspondientes a la ciudad de San Juan, las precipitaciones van disminuyendo. En ésta, de un total anual de 102 mm, 20 corresponden al semestre que podemos denominar frío y 82 al cálido. El período seco registra un notable alargamiento con respecto a Mendoza y durante seis meses las precipitaciones son inferiores a 10 mm mensuales.

Hacia el sud de Mendoza, en cambio, las precipitaciones sufren un aumento, según lo revelan los datos relativos a San Carlos (331 mm) y desde mediados de agosto a mediados de marzo son superiores a los 30 mm mensuales. No existe, según la escala adoptada, el período de precipitaciones inferiores a 10 mm o muy escasas que en San Juan ocupa la mitad del año y en Mendoza desde los primeros días de junio a los primeros días de agosto.

Malargüe (Fig. 153) es un ejemplo del régimen de precipitaciones del SW de la provincia. Las máximas, superiores a los 30 mm, ya no corresponden a la estación cálida sino a la fría, desde me-

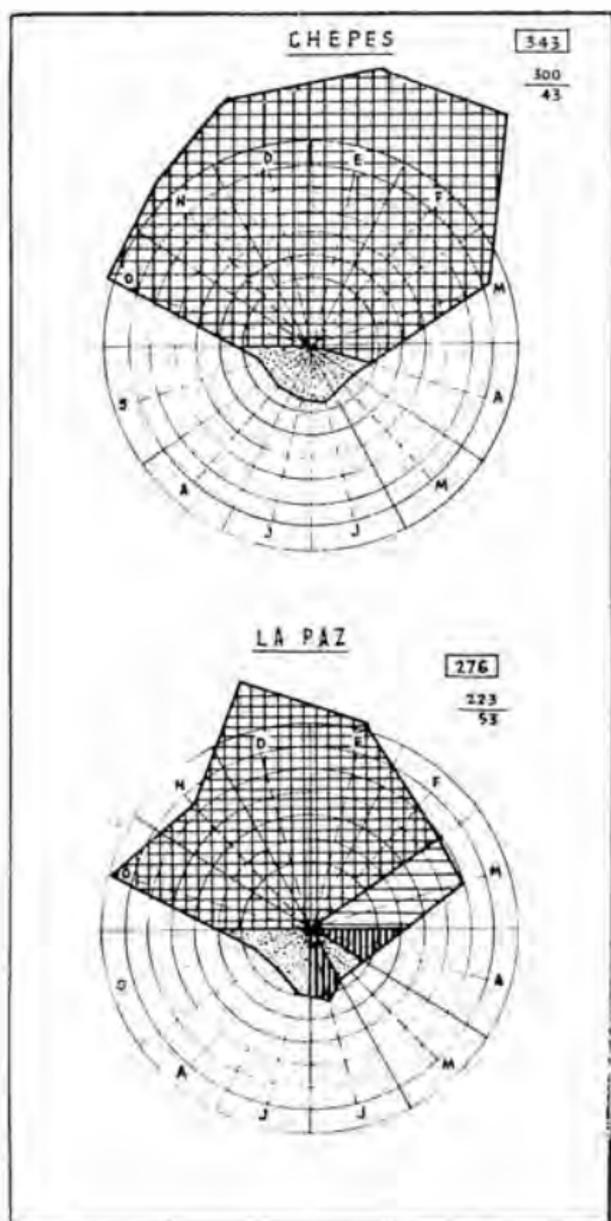


FIG. 154 — Precipitaciones correspondientes a Chepes (La Hija) y La Paz.

diados de junio a mediados de agosto; mientras que las mínimas, inferiores a 10 mm, se registran de mediados de setiembre a mediados de enero. El total de precipitaciones (198 mm) es inferior al de Mendoza; pero mejor distribuido. En Malargüe, 72 corresponden al semestre cálido y 126 al frío. En verdad, esta distribución no dice mucho del régimen de Malargüe, especialmente sobre su mejor distribución respecto de las demás estaciones de la provincia. Al decir mejor distribución queremos significar regularidad, por cuanto las lluvias de invierno no son aprovechadas por no corresponder al período vegetativo mendocino.

Desde San Carlos el SE hay aumento de precipitaciones en San Rafael (342 mm) y General Alvear (305 mm). Al igual que en San Carlos, no existe un período de precipitaciones muy escasas. En San Rafael, en el semestre cálido se concentran 234 mm y en el frío 109; en Alvear, estos valores son de 205 a 100, respectivamente.

Desde San Carlos al NE y el E, los datos de La Paz y Chepas (Fig. 154) revelan la desaparición progresiva de las categorías intermedias de precipitaciones para quedar tan solo un período de lluvias superiores a los 30 mm y otro de muy escasas. De todas maneras, La Paz presenta un corto período de mediados de febrero a mediados de marzo, de precipitaciones entre 20 y 30 mm, y otro que divide en dos la estación muy escasa en lluvias, desde mediados de mayo a mediados de junio, con valores entre 10 y 20. Del total de las precipitaciones de La Paz (273 mm), al semestre cálido corresponden 223 mm y al frío 50.

Hemos preferido marcar tendencias de aumento o disminución de precipitaciones y de concentración semestral, indicando el período de máximas y los de mínimas, a trazar líneas que encierran a zonas que a veces en nada se asemejan a los valores tipos que se pretende abarcar.

En general, "la marcha diaria de las precipitaciones" en Mendoza, según la clasificación de Hann, corresponde al *tipo de estaciones continentales*, con una marcha doble, es decir, "con dos máximas y dos mínimas". (Cuando decimos Mendoza, nos referimos a la ciudad.)

"El máximo principal se registra después del mediodía (entre las 16 y las 18) y el secundario en la mañana (6-8). El mínimo principal se halla entre medianoche y las 2 y el secundario entre las 8 y las 10. En este tipo las causas del máximo principal son

las fuertes corrientes de ascensión producidas por el recalentamiento del suelo continental y por consiguiente la rápida condensación de vapor de agua en las masas de aire ascendente, la cual generalmente durante el verano puede ser muy rápida y muy fuerte y en tal caso produce además de los chaparrones y chubascos, la tormenta, el granizo y hasta la piedra destructora; el máximo secundario es producido por el enfriamiento nocturno, hasta el momento en que el calor perdido por la irradiación se hace igual al ganado por la radiación solar y del cielo, es decir, alrededor del momento de la salida del Sol. Al contrario, el mínimo principal, que se halla entre las 24 y las 2, es producido por las corrientes atmosféricas descendentes que traen aire seco; el segundo entre las 8 y las 10, indica que las horas de la mañana, con el calentamiento rápido del aire, son poco propicias a la formación de las lluvias, predominando todavía los cúmulos (Cu) o estratocúmulos (Sc).<sup>82</sup>

Es importante conocer la marcha diaria de las precipitaciones por el aprovechamiento natural que de ellas pueden hacer las plantas y la planificación de los cultivos y el riego; es decir, por el valor efectivo de las precipitaciones.

### *El problema de las aluviones*

Todos los datos que hemos venido suministrando, han puesto en evidencia que Mendoza es una provincia que recibe precipitaciones muy escasas. Esta circunstancia, unida a su régimen térmico templado, con cierta tendencia al cálido al N y al fresco al S, arrojan un balance hídrico que pone bien a las claras cuáles son las circunstancias que no permiten la formación de cursos de agua autóctonos.

Efectivamente, aplicando la fórmula de Thornthwaite, se concluye que toda la provincia de Mendoza, incluso la alta montaña, carece de exceso de precipitaciones que, luego de satisfacer las necesidades de la evapotranspiración y colmar la capacidad de almacenamiento de los suelos, da lugar a escurrimiento superficial, bajo cualquier forma (ríos o arroyos) o depósitos (lagos, lagunas, pantanos). Las deficiencias de aguas son muy elevadas todos los meses

<sup>82</sup> KNOGHE, W. y BORZACOV, V., *Precipitaciones*, en "Geografía de la República Argentina", t. VI, Buenos Aires, GAEA, 1947, p. 5-89.

del año en casi toda la planicie. En el piedemonte, desde San Carlos a Malargüe, durante cuatro a cinco meses, las precipitaciones satisfacen estrictamente las necesidades de la evapotranspiración e, incluso, alcanzan a almacenar de 6 a 7 mm sobre 100 de capacidad de los suelos. Hacia el E, La Paz y Alvear cumplen condiciones similares en el mes de junio o julio. En el resto de las planicies, especialmente al N de la línea Mendoza-La Paz, todos los meses del año son deficitarios.

Sin embargo, todo el piedemonte andino, el del macizo antiguo, las sierras de Chachauén, las sierras de las huayquerías, las mesetas del Guadal, etc., presentan una multitud de arroyos grandes y pequeños que testimonian un escurrimiento por lo menos espasmódico que si bien data de épocas geológicas pasadas —post-glaciares— presentan evidencias de no haber cesado de funcionar esporádicamente. Además, hay un fenómeno actual del cual somos testigos: crecidas y aluviones.

Las primeras son el resultado de fuertes aumentos de caudales en tiempos más o menos breves de los grandes ríos mendocinos, bastante sostenidas. Los aluviones, en cambio, los producen caudales enormes de agua que, en forma casi instantánea, luego de una intensa precipitación, descienden por unos de los tantos cauces secos de las planicies; comienzan y terminan con gran rapidez, en pocas horas.

Las mismas precipitaciones que dan lugar a los aluviones, pueden coincidir con la cuenca de uno de los cursos alóctonos, en crecientemente por razones distintas, y generar una crecida de tipo casi aluvional de origen mixto.

Analizaremos las causas climáticas del comportamiento hidrológico de estos dos distintos tipos de aparatos hidrográficos: ríos alóctonos y arroyos espasmódicos (*uadis*).

Habiendo mostrado a través del balance hídrico la imposibilidad de que las precipitaciones den lugar al escurrimiento superficial, a través del régimen normal o medio de precipitaciones y temperaturas, es necesario buscar en las irregularidades del régimen las explicaciones correspondientes.

En primer lugar debemos señalar que se trata de un fenómeno discontinuo en el espacio y en el tiempo. Un aparato hidrográfico —Zanjón Fijas, Zanjón Maure, Zanjón de los Ciruelos, etc.— entre los espaciados a lo largo de 10 km, puede funcionar varios años

seguidos, mientras los demás permanecen en absoluta calma y luego entran en períodos de receso por varios años. No es raro ver crecidas extraordinarias en uno de estos zanjones que entre Las Heras y Godoy Cruz atraviesan calle San Martín, mientras otros permanecen, al mismo tiempo, funcionando normalmente o en seco.

La discontinuidad espacial pone de manifiesto que los mismos son generados por precipitaciones intensas, muy irregularmente distribuidas en el espacio. La irregularidad se manifiesta, también, por la alternancia con que dichos fenómenos se presentan.

En la serie 1900-1950, correspondiente a la ciudad de Mendoza, pero cuyos caracteres generales son aplicables a la mayoría de las planicies, los años 1916 y 1933 tuvieron, con 40 mm, la precipitación mínima absoluta, esto es, solamente el 20 % de la cantidad normal, mientras que en el año 1922 se registraron 400 mm, o sea el 200 % del promedio, el máximo anual absoluto. En el lapso ya indicado se pueden considerar cinco años con una precipitación inferior a 100 mm como extremadamente seco y seis con lluvias superiores a 300 mm, como extremadamente húmedos para Mendoza. Acerca de la periodicidad de las precipitaciones, no se puede indicar un criterio seguro. Como en otras zonas climáticas, parece que el período de manchas solares de 11 años ejerce influencias sobre los mismos, aunque con alguna irregularidad.<sup>83</sup> En cuanto a las anomalías registradas, según Georgii, pueden sintetizarse de la siguiente manera:

---

Positivas	1907-1912	(6 años)
Negativas	1913-1916	(4 años)
Positivas	1917-1922	(6 años)
Negativas	1923-1925	(3 años)
Positivas	1926-1932	(7 años)
Negativas	1933-1938	(6 años)
Positivas	1939-1946	(8 años)

---

Estos son, sin dudas, los tipos de variaciones cíclicas que crean la ilusión de cambios de climas que no existen y en los cuales tanto se insiste muchas veces.

De todas maneras, si bien los años de anomalías positivas pueden arrojar mayor porcentaje de aluviones, ellos no lo explican todo. Estos son resultados de precipitaciones muy intensas ( $P/t = \text{preci}$

<sup>83</sup> GEORGII, W., *Clima mendocino...*, cit.

pitación sobre tiempo) y es del conocimiento de ello de lo cual debemos ocuparnos.

Recurriremos, en consecuencia, por vía de ejemplo, a un caso estudiado por nosotros.<sup>81</sup>

Nos referimos a las abundantes precipitaciones registradas durante los meses de octubre y noviembre de 1956, que sorprendieron al observador corriente atenido exclusivamente a su memoria y a la resonancia periodística de los daños materiales causados por el granizo, los aluviones y demás hechos a ellos conectados.

En realidad, si bien no puede decirse que el volumen de las precipitaciones haya sido absolutamente normal, tampoco puede catalogarse de hecho sin antecedentes en Mendoza, especialmente si se lo mira desde el punto de vista global. Un somero análisis pone en evidencia la verdadera naturaleza del fenómeno y sus proporciones.

Hasta el año en cuestión, la precipitación media anual de Mendoza era de 197 mm y en el año 1956 cayeron 246,1. Es decir, superó a la media en 49,1 mm. En verdad, de ningún modo constituye un hecho sin precedentes: la máxima registrada en un año, según se dijo, es la de 1922, con 400 mm. Además existen —desde el año 1892— seis años con más de 300 mm y muchos más superiores a 250.

Durante el bimestre en cuestión se registran 159,3 mm de los 246,1 del año. Como puede verse, en el resto del año —10 meses— cayeron solo 86,8 mm. Esta acumulación en un bimestre tampoco debe extrañar; hay muchos antecedentes al respecto. Además, Mendoza tiene una estación seca y otra húmeda, ambas bien definidas: fines de marzo a fines de setiembre la primera, y fines de setiembre a fines de marzo la otra. El período de mayores precipitaciones puede dividirse, a su vez, en dos subperíodos centrados en octubre y febrero. Al segundo corresponde la máxima más alta o primaria y al primero la máxima más baja o secundaria.

Dentro del primer subperíodo, lo habitual es que la máxima se produzca, al igual (que en el año 1956, en el mes de octubre. La precipitación media, para este mes, es de 21,7 mm y con frecuencia igual a tres. En el último año —y aquí encontramos el primer motivo de curiosidad— la frecuencia alcanzó a 14. Es decir, llovió la

<sup>81</sup> CAPITANELLI, R. G., *Las precipitaciones en Mendoza en el bimestre octubre-noviembre de 1956*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. III, N° 13, Mendoza, Instituto de Geografía, 1956, p. 239-241.

mitad de los días del mes. La precipitación total alcanzó a 109,2 mm. Este es el mayor registro en octubre desde 1892, siguiéndole en orden 1939 con 75,6; 1903 con 66,0; 1922 con 56,4 y 1914 con 55,0.

La mínima precipitación registrada en octubre, en la serie ya indicada, es de 0,0 mm y parece registrarse cada tres años, más o menos, aunque no necesariamente con 0,0. Contrariamente no se advierte, en los últimos 65 años, ningún tipo de ritmo en cuanto a máximas para octubre. En el mismo período, se han registrado seis años con precipitaciones iguales a la media, 23 mayores y 35 menores.

Si aceptamos dentro de la media una desviación de 5 mm, tanto positivos como negativos; es decir, la cuarta parte de los 21,7 mm indicados anteriormente, nos encontramos con que están dentro de los valores medios, 13 años; por debajo de éstos, 32, y por encima, 19. Solo en diez años ha sido doblada la media y en cuatro triplicada. En el año 1956 ha sido quintuplicada en cantidad y frecuencia.

El segundo motivo de interés —aunque menos importante— es la superioridad de la máxima secundaria respecto de muchas primarias; pero tampoco es un fenómeno sin antecedentes por cuanto en otros años ha ocurrido lo mismo; tal en 1939 y 1903.

En cuanto al mes de noviembre, la precipitación total registrada (50,1) es muy superior a la media (19,0); pero es inferior a otros años, tales como 1903 con 66,0 mm. Lo que nunca ha sido superado es la suma de las precipitaciones de octubre y noviembre. Así, en el año en cuestión alcanzó a 159,3 mm mientras que los valores próximos son los de 1903 con 102,1 (octubre 66,0 y noviembre 36,1); 1939 con 98,7 (octubre 75,6 y noviembre 23,1). En otras épocas del año se han registrado valores aún más notables: en marzo de 1921 cayeron 127,9 mm de agua, en febrero de 1920 se registraron 133,2, con lo cual se produjo el bimestre de mayor precipitación con la suma de 209,4 mm.

Un caso excepcional que prueba que en materia de precipitaciones todo puede esperarse, es el de setiembre de 1909, en que llovió 111,5 mm, y diciembre de 1939 con 126,0 sobre medias de 13,0 y 19,3 respectivamente.

En conclusión, en el año 1956 se ha registrado la mayor cantidad de lluvia para el mes de octubre en los últimos 65 años con registros; la precipitación media anual ha sido superada ya muchas veces; la frecuencia de las precipitaciones también ha sido elevada y, si bien carecemos de mayores estadísticas al respecto, puede ase-

gurarse que tampoco la de este año carece de antecedentes; no es la primera vez que la máxima secundaria supera a la primaria.

El fenómeno de abundantes precipitaciones en cortos períodos no es raro en Mendoza. De aquí la necesidad de tomar las precauciones necesarias para evitar o reparar en parte los tres males fundamentales que las grandes precipitaciones o la excesiva frecuencia acarrearán a Mendoza: los aluviones, el granizo y las plagas agrícolas.

Procurando aproximarnos lo mayor posible al conocimiento de la intensidad de las precipitaciones que generan los aluviones, recordamos lo dicho en otras páginas respecto de las lluvias máximas caídas en un día. Hay registros de los diez valores máximos, que oscilan entre 85 y 48 mm diarios.

Lamentablemente no poseemos datos para efectuar un análisis de la intensidad de las precipitaciones horarias. Sin embargo, podemos asegurar, como testigos del fenómeno, que en la ciudad de Mendoza se han registrado precipitaciones hasta de 90 mm en una hora. Tal lo ocurrido el 31 de diciembre de 1959. En este día se registraron los siguientes valores horarios:

---

0,40 a 2,40 ( 2 horas) .....	91,9 mm
0,55 a 1,50 (55 minutos) .....	80,0 mm
1,30 a 1,40 (10 minutos) .....	30,0 mm
1,30 a 1,35 ( 5 minutos) .....	20,0 mm

---

Es evidente que durante cinco minutos (1,30 a 1,35) llovió a un promedio de 240 mm por hora.

El mayor volumen de esta precipitación se concentró en la cuenca del Zanjón Frías y la crecida, que superó la capacidad del canal de descarga, desembocó en calle San Martín y otras arterias próximas ocasionando grandes daños.

En suma, son estos tipos de precipitaciones intensas —gran cantidad de agua en escaso tiempo— en espacios reducidos y aislados, los que dan, favorecidos por la morfología del piedemonte, los grandes aluviones.

Los efectos morfológicos se hacen evidentes a través de los movimientos de masas de aluviones a que debe recurrir el gobierno provincial para mantener en condiciones normales de escurrimiento los grandes zanjones que atraviesan la ciudad. Más aún cuando los diques secos construídos para la defensa del radio urbano se han

colmado en solo 30 años. Los grandes caudales han llevado el perfil de equilibrio al coronamiento mismo de las presas y no dejan más medida de defensa que el traslado de las mismas aguas arriba.

Los daños materiales que los grandes aluviones ocasionan son del dominio público y están en todos los periódicos de Mendoza. La ciudad capital, los departamentos vecinos, tales Godoy Cruz y Las Heras, son frecuentemente inundados en sus arterias principales con el consiguiente daño material. Las Heras registra derrumbes de viviendas precarias. Chacras de Coría presenta el espectáculo poco común de una calle, Pueyrredón, con elevados cordones para evitar el derrame de las aguas hacia las fincas vecinas y muchas casas mantienen dispositivos tipo compuertas en sus entradas para evitar que las mismas sean invadidas por el agua. Todos estos tipos de aluviones obedecen a precipitaciones en el piedemonte.

En cuanto a las crecientes, si bien tienen su origen en la fusión acelerada de la alta montaña, se manifiestan como problema recién en la planicie. Ello justifica que las hayamos incorporado en este capítulo. Además, guardan relación con el aprovechamiento de las aguas, exclusividad de las planicies mendocinas.

A través de ejemplos concretos trataremos de ver de qué modo se acoplan las crecidas por fusión acelerada de las nieves y los grandes chubascos de piedemonte para generar los aluviones más importantes.

Es el profesor Rosier O. Barrera quien ha realizado el mejor trabajo sobre el particular. Para ello estudió el río Tunuyán, que si bien no difiere fundamentalmente de los demás ríos de la provincia, tiene la particularidad de ser el menos alóctono de todos por cuanto recibe afluentes fuera de la montaña.<sup>85</sup>

Trataremos de ver las relaciones entre el clima y el comportamiento general de los caudales a lo largo de todo el curso de agua y, en segundo lugar, el régimen del mismo dentro y fuera de la montaña.

El régimen de la cuenca superior es diferente al de la parte media e inferior, y ello obedece, fundamentalmente, a las diferencias de tipo climático. En la cuenca superior las precipitaciones no solo son superiores a las de la media e inferior, sino que, contra-

<sup>85</sup> BARRERA, R. O., *Hidrología del río Tunuyán*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. IX, N° 36, Mendoza, Instituto de Geografía, 1962, p. 99-133.

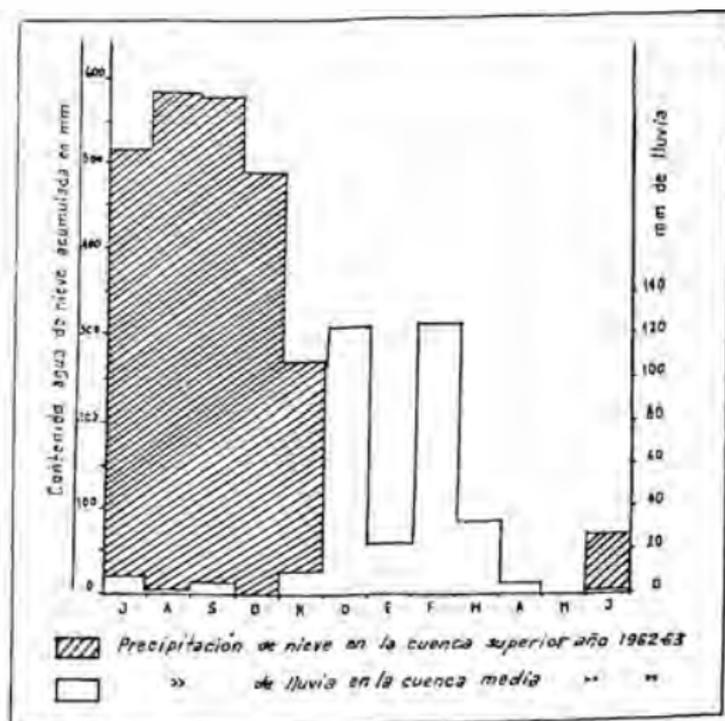


FIG. 155 — Comparación de precipitaciones de nieve y lluvia, en la cuenca superior y media del río Tunuyán, respectivamente, según R. O. Barrera.

riamente a éstas, son invernales. Además, las precipitaciones cordilleranas, en su gran mayoría son nivales, y superan los 800 mm, mientras que en el valle de Tunuyán, curso medio del río, son de 300 mm. Más al este, en La Paz, en pleno curso inferior, apenas llegan a los 250 mm. Un ejemplo interesante, aunque parcial, lo constituyen los registros correspondientes al período 1962-63 (Fig. 155).

Las precipitaciones máximas de la cuenca superior se producen en los meses de junio, julio y agosto, disminuyendo sensiblemente en setiembre y octubre, para alcanzar el mínimo durante los meses de verano. En el valle de Tunuyán, contrariamente, al invierno co-

responden las mínimas precipitaciones (mayo a agosto); aumentan a partir de setiembre-octubre, y alcanzan el máximo en febrero.

Siendo la fusión de las nieves, fuera de momentos de brusco ascenso térmico, muy regulares, el carácter torrencial del río se debe a las fuertes precipitaciones estivales del piedemonte, o verdaderos chubascos. De todos modos, la época de fusión de las nieves de la alta montaña coincide con las épocas de los chubascos estivales de piedemonte y juntos explican que, normalmente, los mayores caudales se registren en primavera y verano.

Los contrastes térmicos en las tres partes del curso son menos notables que las precipitaciones, por cuanto las épocas de frío son coincidentes. La diferencia es de intensidad. El máximo valor absoluto en la cuenca superior es inferior a los  $-20^{\circ}$ , en la media es de  $-17^{\circ}$  y en La Paz de  $-9^{\circ}$ . La máxima de verano en la primera se registra en enero y el *record* es de  $30^{\circ}$ , en la segunda es de  $40^{\circ}$ , y en la tercera de  $42^{\circ}$ .

El régimen de evaporación, muy elevado en toda la cuenca a causa de altos índices de heliofanía, no es exactamente igual a las curvas térmicas a causa de los vientos Zonda.

Dado que el 81 % de la cuenca superior se encuentra por encima de los 3.000 m, el coeficiente nival es muy elevado y alcanza de 81 a 100 %. Éste es, por otra parte, el "hecho fundamental que determina el comportamiento del régimen del río".<sup>89</sup>

El período de acumulación de nieve puede prolongarse hasta octubre, inclusive, mes durante el cual comienza la disminución de las precipitaciones y el paulatino aumento de las temperaturas. Estos cambios dan lugar al deshielo y al aumento de los caudales.

A fin de separar los efectos de la fusión de las nieves y las precipitaciones de piedemonte en el régimen, especialmente en las crecientes, haremos el análisis del río hasta el valle de Uco; es decir antes de que comiencen las precipitaciones pedemontanas y luego desde este lugar de aforamiento hasta la nueva estación Ing. Sardina, tramo sujeto a la acción de las precipitaciones de piedemonte.

En el valle de Uco, según Barrera, los máximos caudales se registran en diciembre y enero, precisamente cuando las temperaturas de alta montaña alcanzan los valores más elevados dando lugar a más intensa fusión de nieves y hielos.

<sup>89</sup> Ibidem.

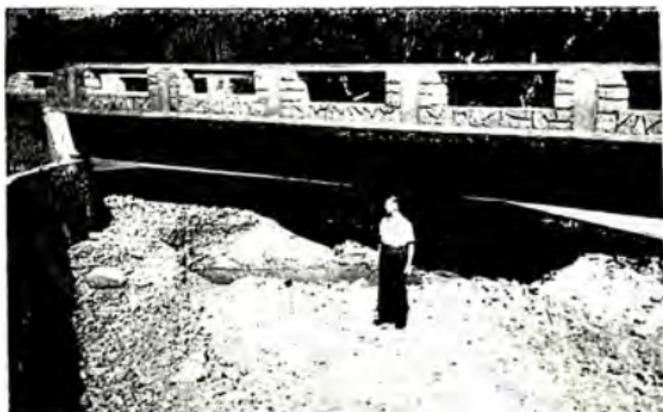
El viento Zonda produce "en los meses de primavera una elevación prematura de la temperatura y en consecuencia el deshielo de las acumulaciones superficiales de nieve". Esto se ve bien en la curva de caudales del valle de Uco: hay "una máxima relativa de los caudales en agosto y setiembre, debido al Zonda". En verdad, no obstante las conclusiones del profesor Barrera, es necesario replantearse el problema sobre cuál es el verdadero aporte del Zonda.

Estos vientos en la planicie y las nevadas de alta montaña son fenómenos que van unidos por corresponder a un mismo proceso cuyas manifestaciones difieren por razones adiabáticas de procesos que se efectúan a través de una gran cadena de montaña. Puede ocurrir que el viento Zonda alcance los caracteres térmicos por debajo del nivel de las nieves y entonces no podría ser causa de la fusión de éstas; más aun cuando al nivel de las nieves estaría nevando, con cielo cubierto y bajas temperaturas. Por otra parte, la fusión producida por el Zonda se vería compensada por la capacidad de absorción de agua y podría explicar la desaparición de las nieves y no el aumento de caudales. Es probable que éste guarde relación con otro aspecto del viento. El proceso atmosférico de alta montaña, que se prolonga en Zonda para las tierras bajas, aporta nieve fresca, de fácil fusión bajo un cielo despejado en época de altas temperaturas por la proximidad o comienzo de la primavera. En fin, se trata de solucionar un delicado balance entre temperaturas, precipitaciones, fusión y tiempo de conducción hasta los aforadores en relación con el momento del proceso atmosférico, con medios técnicos de los cuales hasta ahora no disponemos.

De igual modo carecemos de elementos de juicio para establecer el aporte de los glaciares a los caudales y la posible fluctuación estacional de los hielos.

Los caudales máximos de invierno en la cuenca media e inferior son más bajos que los mínimos de verano. La máxima absoluta de julio de 1953, por ejemplo, fue de  $11,8 \text{ m}^3/\text{seg}$ , mientras que la mínima absoluta de verano para el mismo año fue de  $30 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

Los mínimos valores corresponden a mayo, junio, julio y agosto, y aún setiembre. A partir de este mes, paulatinamente aumentan los caudales, junto con la temperatura y coincidiendo con el Zonda. Sobre esto se han hecho los reparos pertinentes. Los valores máximos mensuales corresponden a los meses de diciembre, enero y febrero.



FOT. 10 — Un cauce colmado por los materiales transportados por las crecientes.



FOT. 11 — Cultivos destruidos por un aluvión (Tupungato).

Como puede verse (Fig. 120) los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel, tienen un mismo régimen, cualitativamente por cuanto están sometidos al mismo tipo de variaciones climáticas estacionales. Las diferencias son de tipo cuantitativo y se deben a la extensión de la cuenca de alimentación, fundamentalmente, la diferencia de precipitación de la alta montaña y las lluvias torrenciales de piedemonte. Estas últimas son muy irregulares. Por otra parte, un análisis más estricto pondría en evidencia que no hay relación directa entre caudales, extensión de cuenca y precipitaciones, pero ello debe imputarse a razones morfológicas y estructurales.

En cuanto a las temperaturas, cabe recordar que el mínimo caudal registrado hasta la fecha en el valle de Uco, en agosto de 1953, coincidió con uno de los inviernos más crudos, en que las temperaturas registraron valores muy bajos. Siendo el caudal mínimo medio para la época de  $9,8 \text{ m}^3/\text{seg}$  en dicho año descendió a  $2,0 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

En el mismo año 1953, junto con la ola de frío se registraron precipitaciones nivales excepcionales, por lo cual, durante el verano, los caudales también fueron excepcionales. El día 19 de diciembre se registró una máxima de  $143 \text{ m}^3/\text{seg}$ . La crecida, que duró 15 días, se debió, como se ha dicho, a las precipitaciones excepcionales del invierno, pero también a una elevación de la temperatura en la cuenca superior con valores por encima de las máximas normales.<sup>87</sup>

Esta misma crecida ha suministrado elementos de juicio para analizar la influencia de las precipitaciones de piedemonte. En la curva correspondiente se ven los picos que éstas crearon en la curva de estación de aforo Ingeniero Sardina los días 9, 11, 13, 15, 17 y 20 de diciembre de 1953 (Fig. 156).

La torrencialidad de las precipitaciones pedemontanas es puesta de manifiesto por el notable aumento del caudal del río, que en pocas horas llegó a  $145 \text{ m}^3/\text{seg}$ , el día diez. Un día después aumentó a  $225 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

El 14 de diciembre de 1962, a las 18, el caudal del río era de  $42 \text{ m}^3/\text{seg}$  en la estación Sardina y en dos horas ascendió a  $150 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Luego de otras dos horas, entre las 22 y las 24, llegó a  $278 \text{ m}^3$ . Es decir, hubo un aumento, en seis horas, de  $236 \text{ m}^3$ . A las

---

<sup>87</sup> Ibidem.

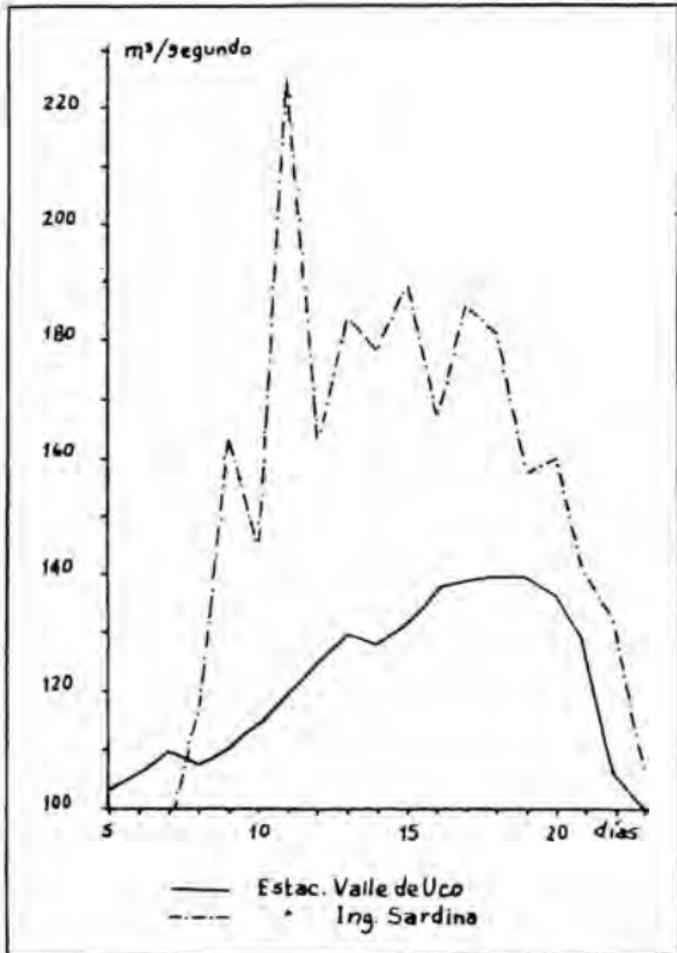


Fig. 156 - Curva de caudales máximos correspondientes a la crecida de diciembre de 1953, según R. O. Barrera.

16 del día 15, un chaparrón moderado produjo una pequeña máxima (Fig. 157).

"Esta crecida extraordinaria se debió a chaparrones intensos producidos en la cuenca del A<sup>o</sup> Yaucha, con valores superiores a los 70 mm, según nuestras estimaciones. . . , y a chaparrones que simultáneamente cayeron en el piedemonte de la cordillera del Plata, en las cerrilladas de Tupungato, causando la ruptura de cauales de riego, caminos y cultivos, puesto que los arroyos habitualmente secos que descienden hasta el río cobraron impetuosa y repentinamente vida ante el crecimiento rápido de las aguas de lluvia." \*\*

Una visión más amplia del problema, a través de los distintos ríos de Mendoza, permite confirmar las conclusiones a que se ha arribado a través de un río tipo como el Tunuyán y esbozar las consecuencias del comportamiento de los mismos.

En el año 1963, en plena primavera, en la alta cordillera se registraron nevadas fuera de época. A ello se añadieron temperaturas muy bajas en la alta montaña, en la planicie y, en general, en el país, que en algunos días estuvieron hasta 10° por debajo de la normal, del mes de noviembre. Según la profesora Alicia Pérez de Scaraffia, que ha tomado valores de la estación Mendoza pero que, guardando la proporción cuantitativa, pueden generalizarse, dicho mes de noviembre "posee una máxima media de 28° y una mínima de 15,3°, sin embargo, el día 17 de noviembre presentó una máxima de 17,8° y una mínima de 8,5°".

Dichas bajas térmicas alternaron llamativamente con días caurosos y húmedos, francamente estivales. "Tales las agobiantes jornadas del 29 y 30 de octubre, con bruscos ascensos que excedieron ampliamente los registros normales de la época. Por supuesto, se advirtió, en el último día, incidencia de ráfagas de aire caliente, las cuales aunque no se concretaron en Zonda de superficie, se hicieron sentir en la disminución notable de la humedad atmosférica. En este sentido hay que destacar que la situación se tomó también irregular. Se registraron días muy húmedos; ejemplo 13-X-63 con 99 %; 17-X-63 con 72 %; 22-X-63 con 80 %, etc., y lluvias intensas. "Como última característica del tiempo, en conexión con el tema que nos preocupa, debemos aclarar que la máxima secundaria de precipitaciones que habitualmente se registra en octubre,

---

\*\* Ibidem.

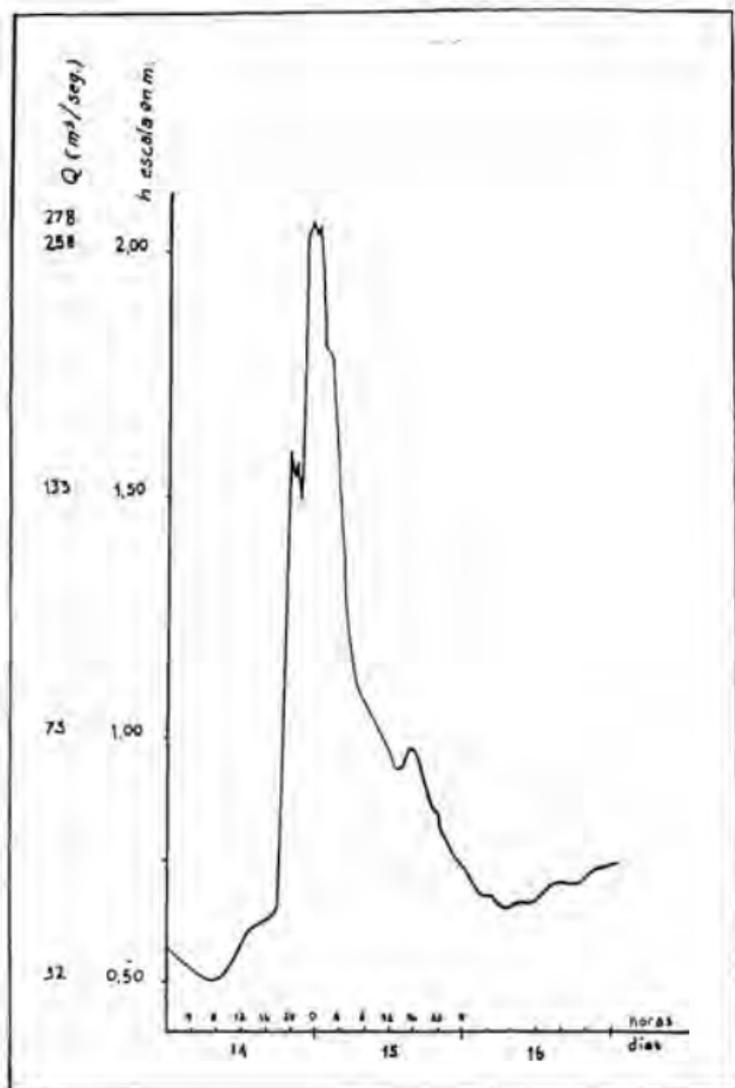


FIG. 157. — Registro del limnigrafo en la estación Ing. Sardina, durante la crecida extraordinaria de diciembre de 1962, según R. O. Barrera.

se trasladó a noviembre. Incluso la máxima primaria se trasladó a marzo, mientras que febrero solo registró seis mm de lluvia".<sup>89</sup>

Estas variaciones del tiempo "fueron las causantes de crecidas en los caudales de los ríos de Mendoza y San Juan, que no son desconocidas, pero sí raras".<sup>90</sup>

En el período junio-noviembre se habían producido precipitaciones nivales en las cuencas de los principales ríos, solo algo inferiores a las de 1953, que son las máximas conocidas hasta ahora. Estas masas de nieve, sometidas a un proceso de fusión acelerado a causa de altas temperaturas, dieron lugar, a partir del 20 de diciembre, a un notable aumento de caudales, muy bien descritos por la profesora Elia J. Puppato.

Las crecidas comenzaron por San Juan y al avanzar el verano se fueron trasladando al sur, hasta alcanzar el río Mendoza.

La primera manifestación en la cuenca del río Mendoza en plena cordillera fue la del A<sup>o</sup> Polvaredas, que baja desde el N. Destruyó alcantarillas y caminos en el tramo de alta montaña de la ruta internacional, e incluso la vía férrea del Trasandino. Toda defensa resultó inútil. El caudal máximo fue estimado en más de 50 m<sup>3</sup>/seg, y arrastró cantos rodados y piedras de 5.000 a 15.000 kg.

"Toda la cuenca superior del arroyo Polvaredas, con un ancho de casi 100 m, tuvo un depósito de material de arrastre de más o menos 80.000 m<sup>3</sup>. La crecida se presentó súbitamente y formó un gran lago contra el terraplén que sostiene las vías del ferrocarril, con una altura de 16 metros, produciéndose su desborde por la Ruta Nacional General San Martín; hasta que el ímpetu de las aguas socavó la muralla de piedra y ripio, retorciendo los rieles y llevando el material acumulado hacia el río Mendoza."

Los caudales normales de este río, para los meses de diciembre y enero son de 85 a 113 m<sup>3</sup>/seg, y en la primavera de 1963 y verano de 1964 oscilaron entre 200 y 300 m<sup>3</sup>.

"Los elevados caudales conducidos y su persistencia, dificultaron los desahenos del dique Cipolletti y exigieron en el tramo infe-

<sup>89</sup> SCARAFFIA, A. P. DE, *Las variaciones del tiempo en Mendoza en la primavera-verano 1963-64*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. XI, N<sup>o</sup> 42, Mendoza, Instituto de Geografía, 1962, p. 61-64.

<sup>90</sup> MONESES, E. P. DE, *Las crecidas de los ríos de Mendoza y San Juan en la primavera de 1963 y 1964*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. XI, N<sup>o</sup> 42, Mendoza, Instituto de Geografía, 1964, p. 65-69.

rior del río, la destrucción parcial de las tomas libres de los canales derivados, a fin de permitir un mejor escurrimiento de las aguas.

No obstante las medidas adoptadas, las aguas salieron de su curso normal, inundaron amplios sectores de cultivos permanentes y destruyeron viviendas rurales en algunas zonas.

En el tramo medio del río quedaron afectadas las tomas libres de los canales Naciente y Chachingo, y pusieron en peligro a la primera zona alcohólera, que estuvo a punto de suspender sus actividades.

La ruta pavimentada del bajo Lunlunta, paralela al río unos 600 m aguas arriba del puente Barrancas, fue deteriorada, y afectó las obras de defensa del sifón de cruce del canal Isla de Maipú.

Durante toda esta época la característica predominante del río Mendoza fue la variación brusca de su caudal, dando como resultado inmediato la inundación de zonas agrícolas bajas. Debido a su nacimiento en el sector cordillerano sus aguas conducían gran cantidad de material de arrastre, que se incrementó aún más con un mayor volumen, que erosionó márgenes y fondos. El material quedó depositado en las cámaras desarenadoras del dique Cipolletti, en el derivador de los canales Gran Matriz, Caci que Guaymallén, General San Martín y Margen Derecha, que irrigan gran cantidad de hectáreas.

En esas circunstancias las cámaras se colmaron entorpeciendo el normal funcionamiento de estos sistemas, por cuanto el material de arrastre ingresa en los cauces derivadores —luego de rebasar esas cámaras— con grave peligro de atascamiento del sifón de cruce a la margen derecha.

La crecida del río fue causa del desborde de dos canales en Lavalle que ejerce influencia en una vasta zona, produciendo apreciables perjuicios económicos en los viñedos invadidos por el agua y viviendas rurales alcanzadas por la inundación. Se agrega a esto el valor de la destrucción de los canales. Uno de ellos, el San Pedro y San Pablo, que cruza por la ruta interdepartamental Lavalle-San Martín entre Costa de Araujo y Nueva California, desbordó sus aguas invadiendo tierras incultas y 20 hectáreas de viñas en el paraje denominado Colonia "El Carmen". En el otro, La Estrella, que corre paralelo al río Mendoza a pocos metros del puente del río que divide Lavalle con San Martín, la crecida del volumen de agua

se concretó en el anegamiento de más de 30 hectáreas y otras extensiones de tierras vírgenes",<sup>91</sup>

Un relato similar es el que corresponde a las crecidas del Tunuyán producidas pocos días después; pero son las del Diamante las que revisten mayor interés por marcar el límite austral de la onda de crecidas que comenzaron en el norte y también por el volumen extraordinario de los caudales.

Antes del 28 de diciembre ya había crecido el río, pero el mayor peligro se hizo presente a partir de esta fecha.

"Toda el agua que formaba el caudal extraordinario del río, provenía de su cuenca superior; en consecuencia era de deshielo, que se encuentra arriba del lugar en que se emplazará el dique Agua del Toro. . ."

El día 29 de enero, las lluvias sobre el curso inferior complicaron las cosas y el río alcanzó el mayor caudal desde el aluvión de 1955.

"Se calculó que el río alcanzó los 2.200 m<sup>3</sup>/seg; y esta crecida tuvo dos motivos: el intenso deshielo y las abundantes lluvias caídas desde Agua del Toro hasta 25 de Mayo, especialmente hasta el lugar en que se ubica la mina La Pícaza. . ."

"Durante varios días este río registró un caudal muy superior a lo normal, arrojando valores mínimos entre 160-180 m<sup>3</sup>/seg y máximos de 200-250 m<sup>3</sup>/seg y sobrepasó en varias oportunidades los 300 m<sup>3</sup>, siendo común que en este período su caudal oscile entre los 74 y 82 m<sup>3</sup>/seg." <sup>92</sup>

### *Clima, caudales y riego*

La economía mendocina se fundamenta esencialmente en la agricultura y las industrias de ella derivadas. Pero, para cultivar es necesario superar técnicamente la gran diferencia que existe entre las necesidades de agua y las precipitaciones.

Tres ejemplos correspondientes a San Juan, Mendoza y Malargüe, ponen de manifiesto dichas deficiencias, de norte a sud, entre las necesidades, las precipitaciones y las cantidades de agua a agregar por medio del riego, incluso el mínimo posible (Fig. 158).

<sup>91</sup> Ibidem.

<sup>92</sup> Ibidem.

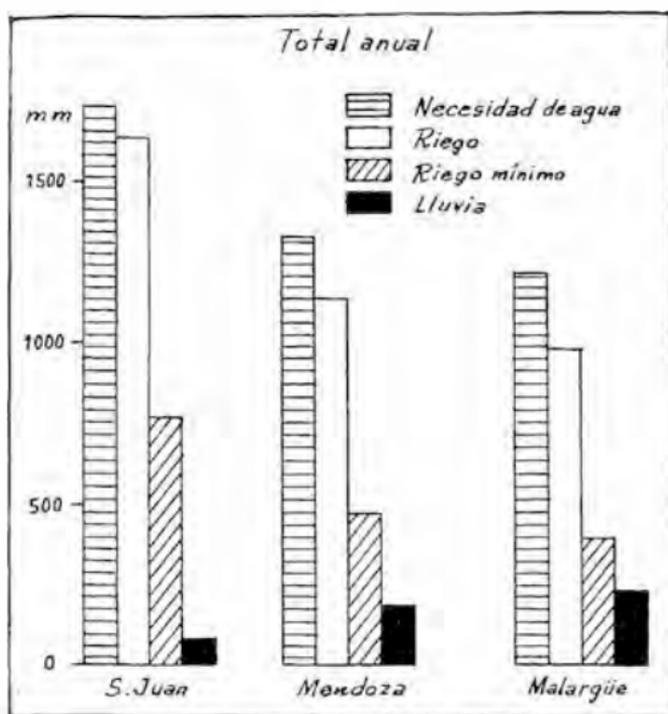


Fig. 158 - Relaciones entre riego, riego mínimo, necesidad de agua y lluvia.

Los ríos mendocinos, aunque mediocremente explotados desde todo punto de vista (faltan embalses, canales impermeabilizados, conocimiento de la capacidad de campo, etc.) aportan agua suficiente, por su volumen total, para subvenir las necesidades de riego.

"El riego normal -según Papadakis- varía entre 11.360 m<sup>3</sup> en Mendoza, y 12.950 en General Alvear, a 16.340 en San Juan, y el riego mínimo entre 4.750 en Mendoza y 7.740 en San Juan."<sup>83</sup>

<sup>83</sup> PAPADAKIS, J., Informe ecológico sobre las provincias de Mendoza y San Juan, en "IDIA", N° 76, Buenos Aires, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1954, p. 2-14.

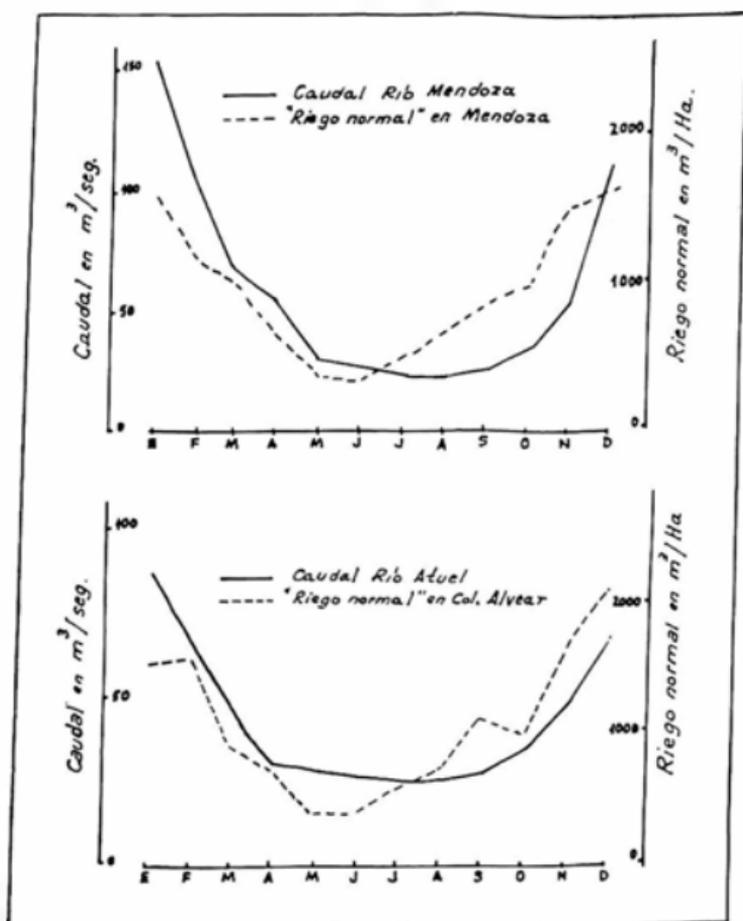


FIG. 159 — Relaciones entre riego normal y caudales del río Mendoza y Atuel, según J. Papadakis.

La legislación mendocina prevé un suministro que supere en cuatro veces más la cantidad que realmente se entrega a las propiedades (47.304 m<sup>3</sup> por ha. y por año, o, lo que es lo mismo, 1,5 litros por segundo). De todos modos, el agua que realmente se utiliza es menor.

Los gráficos de caudales y riego normal para los ríos Mendoza y Atuel (Fig. 159), en las zonas de Mendoza y General Alvear,

ponen de manifiesto el casi paralelismo entre necesidades de riego y caudales. Papadakis hace notar, para el Atuel y Diamante, que sobra "un poco de agua en enero, pero es exactamente la época que la necesitan los cultivos anuales de plantas de verano (tomate, fruta, maíz, etc.), las cuales casi no necesitan agua el resto del año. De manera que cultivando, además de la viña, frutales y alfalfa, un poco de tomate y maíz, etc. (como se hace) hay pleno paralelismo entre las necesidades en agua de una chacra y el régimen del río.

"En el caso del río Mendoza el paralelismo es bueno, pero menos completo. Hay un exceso apreciable de agua en otoño (febrero-junio) y falta algo en primavera. Pero además de los cultivos frutales, que no necesitan mucha agua a fin de verano-otoño e invierno, se hacen cultivos anuales (maíz, etc.) y utilizan así gran parte del agua de crecidas excepcionales.

"Semejante coincidencia de las necesidades en riego y del régimen de los ríos es excepcional en los anales internacionales de riego y se debe al hecho de que el agua proviene del deshielo. Este paralelismo hace posible utilizar casi completamente el agua y por lo tanto hacemos los cálculos de la superficie regada, basándonos sobre el desarrollo anual."

## CAP. VIII. — EL PROBLEMA DEL GRANIZO

Las pérdidas ocasionadas a la economía mendocina por los distintos agentes del clima son muy elevadas, especialmente por el granizo y las heladas.

Lamentablemente, el único período con datos homogéneos sobre pérdidas totales en la agricultura por accidentes climáticos, con indicación de los relativos a granizo y heladas, corresponde a una serie muy corta de años (1929 a 1948). De todas maneras permite apreciar, en parte, el problema (Fig. 160).

Las relaciones entre pérdidas por granizo y heladas no deben tomarse como absolutas y solo tienen valor para el período indicado. Es muy probable que las mismas sean inversas en distintas épocas. Sin embargo, las estadísticas no dejan dudas de que entre los mayores enemigos de la agricultura, se encuentran los hidrometeoros denominados granizo y pedrisco; el segundo de mayor poder destructivo en razón de su volumen, pero de igual origen y generado por idénticos procesos.<sup>93</sup>

Es evidente "que el granizo es un fenómeno que ocurre en condiciones termodinámicas y dinámicas muy variadas. En el caso particular de Mendoza, la cercanía de un sistema orográfico de la magnitud de los Andes, complica considerablemente la situación".<sup>94</sup> De otro modo, Mendoza está idealmente ubicada para recibir descargas de granizo por cuanto está próxima a la montaña, que torna escabroso el suelo, escabrosidad que se prolonga a través de las distintas formas de la planicie e incluso en ella y "aumenta la turbulencia vertical debida al ascenso del aire. Estos desvíos hacia

<sup>93</sup> Sobre la naturaleza del granizo y del pedrisco, y los procesos que los generan, puede verse: CAPITANELLI, R. G., *El problema general del granizo y pedrisco, especialmente en Mendoza*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. 1, N° 2, Mendoza, Sección de Estudios Geográficos, 1949.

<sup>94</sup> IUBARNE, J. V. y GUARDOSO, H. N., *Experiencia de modificación de granizadas en Mendoza. Temporada 1962-63 y 1963-64 e informe final de cinco temporadas*, Serie Meteorológica, Vol. 1, N° 5, Buenos Aires, 1965, p. 22.

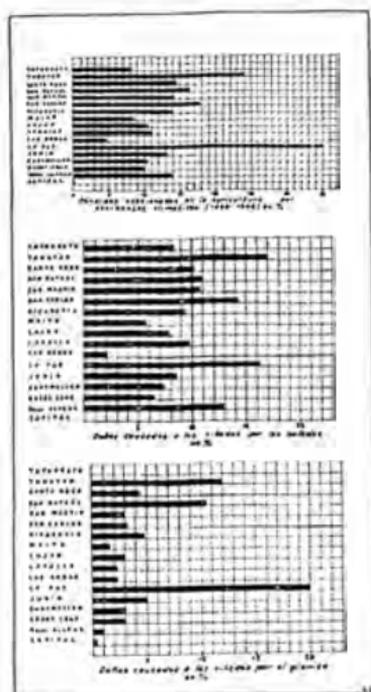


FIG. 160 — Porcentajes de pérdidas en agricultura, por accidentes climáticos.

arriba pueden desprender grandes cantidades de energía disponibles en la masa de aire, especialmente en las que se encuentran condicionalmente inestables".<sup>95</sup> "Una nube del tipo *cumulus-nimbus* puede acumular una energía dinámica del orden de un megatón (energía que desarrolla la explosión de un millón de toneladas de pólvora, T.N.T.).<sup>96</sup> El equivalente, en granizo, de una lluvia de un mm, tomando una densidad de 0,8 para el mismo, caído sobre una hectárea de terreno, pesa 8.000 kg.

<sup>95</sup> HURWITZ, X., *Teoría noruega de las ondas de los ciclones*, en "Introducción al estudio de las masas de aire y al análisis isentópico", Trad. del Weather Bureau, Nueva York, Ed. Stone, 1940.

<sup>96</sup> IUBARNE, J. V. y GRANDOSO, H. N., *op. cit.*

Según puede calcularse, termodinámicamente, las alturas a que se produce el granizo, son generalmente superiores a 3.000 m; a su vez, la parte superior de las nubes cúmulos-nimbos alcanza, en casos especiales, a 6.000 m y aún más, hasta la tropopausa.

En nuestro país, de acuerdo con estadísticas inéditas del Servicio Meteorológico Nacional, las granizadas se producen generalmente entre setiembre y diciembre, con preferencia en los meses de setiembre y noviembre.<sup>87</sup>

En Mendoza se producen precipitaciones de granizo desde setiembre a abril, término medio. La época de mayor frecuencia "es de principios de noviembre hasta mediados de marzo". La estadística horaria muestra que las tormentas ocurren en la zona (valle del río Diamante y Tunuyán medio) durante la tarde y la noche, con el 90 % de los daños producidos a los viñedos entre las 14 y la 1, de meridiano 60 y un máximo a las 19".<sup>88</sup>

#### *Distribución de las pérdidas*

La interpretación geográfica del fenómeno del granizo es muy difícil a causa de las deficiencias de las estadísticas. En general, han sido realizadas a nivel departamental. Las series son discontinuas y no se ha seguido un criterio uniforme pues han estado a cargo de distintos organismos. Los datos tomados por el Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas no se pueden comparar con los del Seguro Agrícola pues las diferencias son muy evidentes.

Este ha dispuesto de un servicio de informaciones más eficiente y en adelante nos atenderemos a sus estadísticas, salvo indicación expresa.

Centrando el análisis solamente sobre los viñedos, dejando de lado los demás tipos de cultivos, gastos en sistemas inútiles de defensa como las bombas antigranizo, lanzadas a instancia de los comerciantes que se ocupan de su venta, la incidencia en las cosechas subsiguientes sobre las plantas dañadas, las especulaciones que los siniestros generan, etc., las pérdidas que causa el granizo son enormes. En grandes cifras, Mendoza, con más de 180.000 ha de

<sup>87</sup> DE FINA, A., *op. cit.*

<sup>88</sup> IRIBARNE, J. V. y GRANDOSO, H. N., *op. cit.*, p. 1.

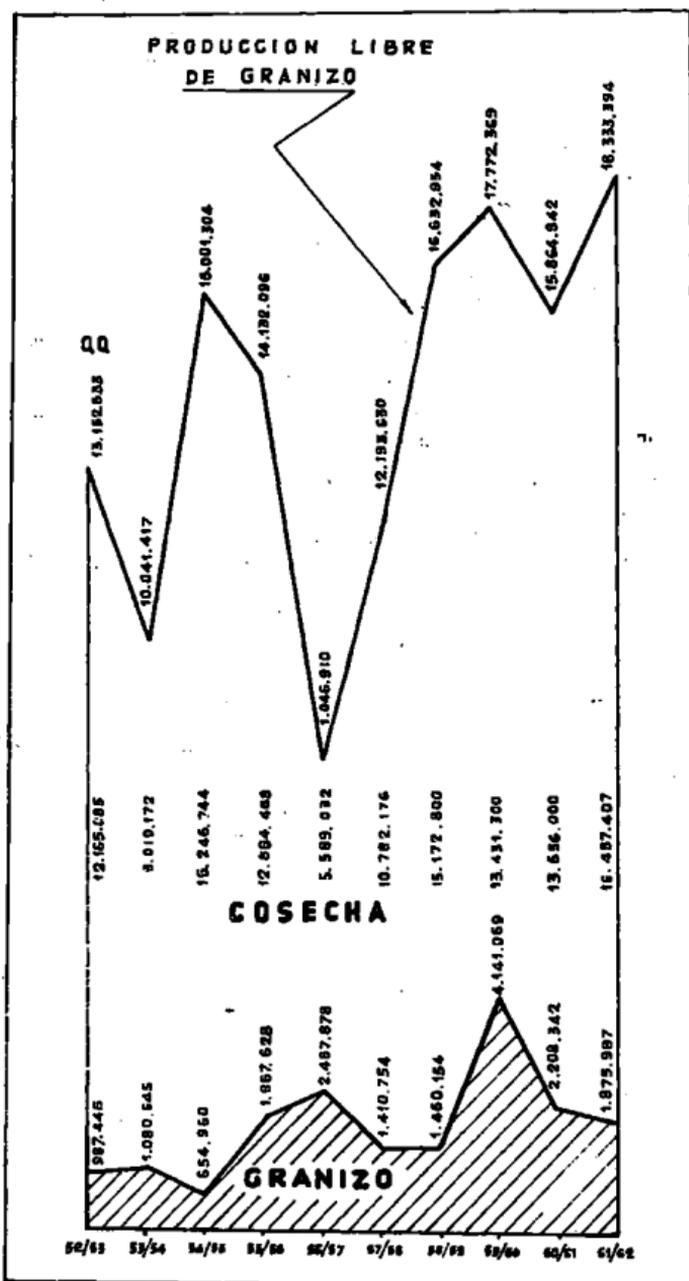


FIG. 161 — Porcentaje libre de granizo. QQ cosechados + QQ perdidos por granizo.

viñedos, produce unos 16.000.000 de qq de uva. De estos, un 13,72 % son destruidos por el granizo. En las diez cosechas que van de 1952 a 1962, según datos del Seguro Agrícola, se perdieron 1.824.486 qq, que al precio promedio de la cosecha 1966-67 (entre uvas tintas y mezclas), importan la considerable suma de \$ 3.000.000.000; es decir el salario de todo el año de 8.000 familias mendocinas, a razón de \$ 30.000 mensuales.

Conviene recordar, además, que el Seguro Agrícola solo considera, a los efectos de las indemnizaciones, pérdidas superiores al 5 % de la producción del área afectada. Si hay más de un siniestro se toma en cuenta la suma de los daños.<sup>90</sup>

Con pérdidas tan elevadas, cabe preguntarse si Mendoza no se encuentra dentro de una zona marginal del viñedo. La respuesta está claramente expresada en el gráfico correspondiente a la "Producción libre de granizo" (Fig. 161). En el mismo se han indicado en cifras, para cada una de las cosechas comprendidas entre 1952 y 1962, sobre el total de la producción, cuántos quintales fueron destruidos por el granizo y cuántos quedaron libres de éste. El saldo es netamente favorable y si se le agrega el precio de la vinificación, el cultivo de la vid en Mendoza queda plenamente justificado, en relación con el granizo.

La cantidad de quintales perdidos por departamento no solo es proporcional a la cantidad de granizo caído, sino también a las hectáreas de viñedos en producción. En este sentido los mayores quebrantos los arrojan San Rafael y San Martín; le siguen Luján, Rivadavia y Maipú; luego San Carlos y Guaymallén y finalmente Lavalle, Codoy Cruz, Tupungato, Tunuyán, La Paz y Santa Rosa. El mapa (Fig. 162) de la distribución de pérdidas en quintales guarda relaciones muy estrechas con la extensión plantada y no indica un dato de mucho interés como es el de la peligrosidad del granizo en cada área. Para llegar al conocimiento de este aspecto recurriremos al porcentaje de pérdidas por departamento.

De los 16 departamentos con cultivos de vid, 6 arrojan un porcentaje de pérdidas mayores que el promedio provincial (Fig. 163); el resto son inferiores. Llevados los mismos datos a un mapa

<sup>90</sup> INSTITUTO FINANCIERO AGRARIO, *Antecedentes, recopilación, ordenamiento y análisis estadístico sobre el Instituto del Seguro Agrícola e Instituto Financiero.*

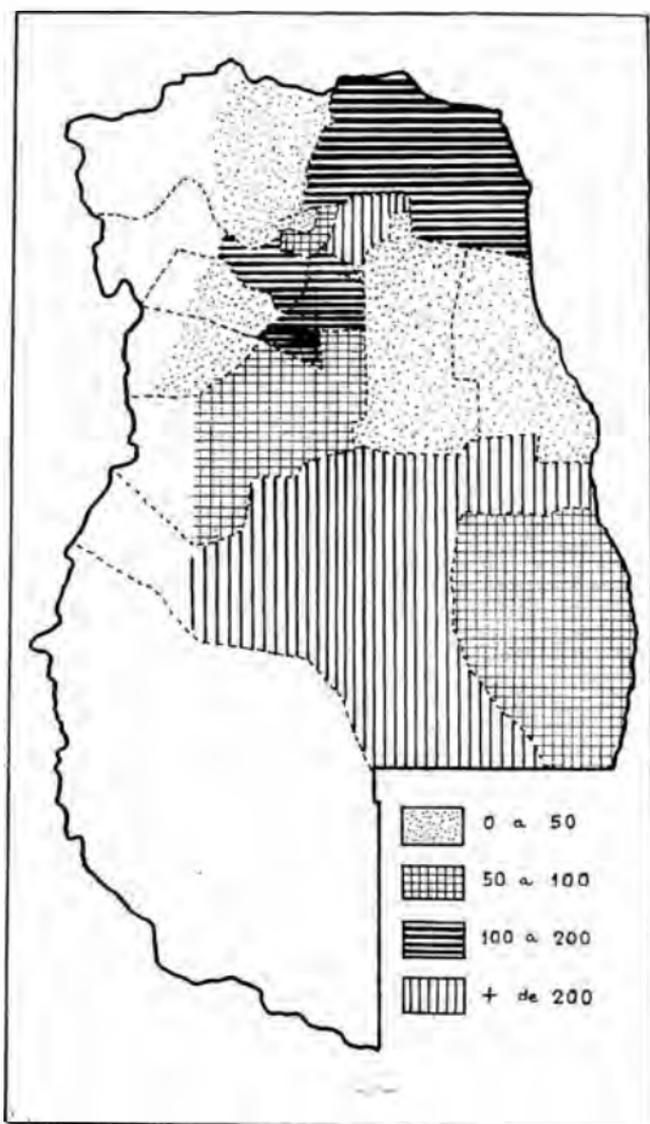


FIG. 162 - Cantidad de uva perdida, en quintales, por cada departamento, a causa del granizo.

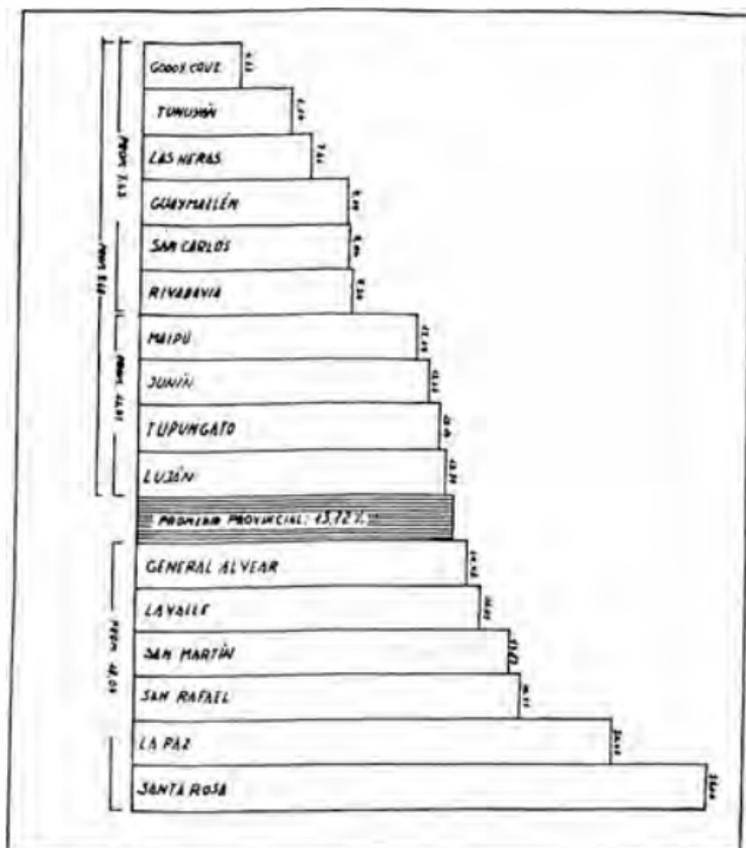


FIG. 163 — Porcentaje de pérdidas, promedio provincial y departamentales, según estadísticas del Seguro Agrícola.

(Fig. 164), puede advertirse que el primer grupo, con un promedio de pérdidas de 18,04 %, está integrado por los oasis de cultivos de los departamentos del E, o sea: Lavalle, San Martín, Santa Rosa, La Paz, San Rafael y General Alvear. Dichos oasis se encuentran implantados en la llanura mendocina. El segundo grupo de departamentos tiene sus oasis implantados entre la llanura y la montaña; es decir, en pleno piedemonte y arroja un porcentaje de pérdidas

de 9,68. A su vez, los oasis del piedemonte se pueden dividir en dos subgrupos: del centro, con Luján, Tupungato, Junín y Maipú; con pérdidas del 12,81 %, y del N y S, que integran los de Rivadavia, San Carlos, Guaymallén, Las Heras, Tunuyán y Godoy Cruz, con un promedio de 7,63 %.

De este modo sabemos, entonces, que la llanura es mucho más afectada que el piedemonte. Interesa saber ahora la frecuencia y la intensidad con que el fenómeno granizo se registra. Para ello nos serviremos de estadísticas muy escasas pero homogéneas, relativas al número de granizadas distribuidas por mes (Tabla Nº 10), número de granizadas por departamento (Tabla Nº 11) y daños provocados a la producción vitícola (Tabla Nº 12), correspondientes al período 1952-56, transcritas por Albani.<sup>100</sup>

Llevadas dichas estadísticas a los gráficos (Fig. 165 a) se advierte que no hay una relación directa entre el número de granizadas y el porcentaje de pérdidas, lo cual pone en evidencia una diferencia del fenómeno en intensidad o en extensión. Con los datos a nuestro alcance no podemos establecer cuál de estas dos causas es fundamental.

TABLA Nº 10. — Cantidad de granizadas distribuidas por mes

	1952/53	1953/54	1954/55	1955/56	Total	Promedio
Octubre .....	17,8	1	5	12	35	8,8
Noviembre .....	12	3	7	54	76	15,2
Diciembre .....	18	22	6	7	53	13,3
Enero .....	8	8	13	42	71	17,8
Febrero .....	12	5	10	12	39	9,8
Marzo .....	2	2	7	24	35	8,8
Abril .....	1	1	4	3	9	4,5
Mayo .....	—	—	1	—	1	0,2
Totales .....	70	42	53	184	319	

<sup>100</sup> ALBANI, F., *Clima*, en "Informe agropecuario de la provincia de Mendoza", *op. cit.*

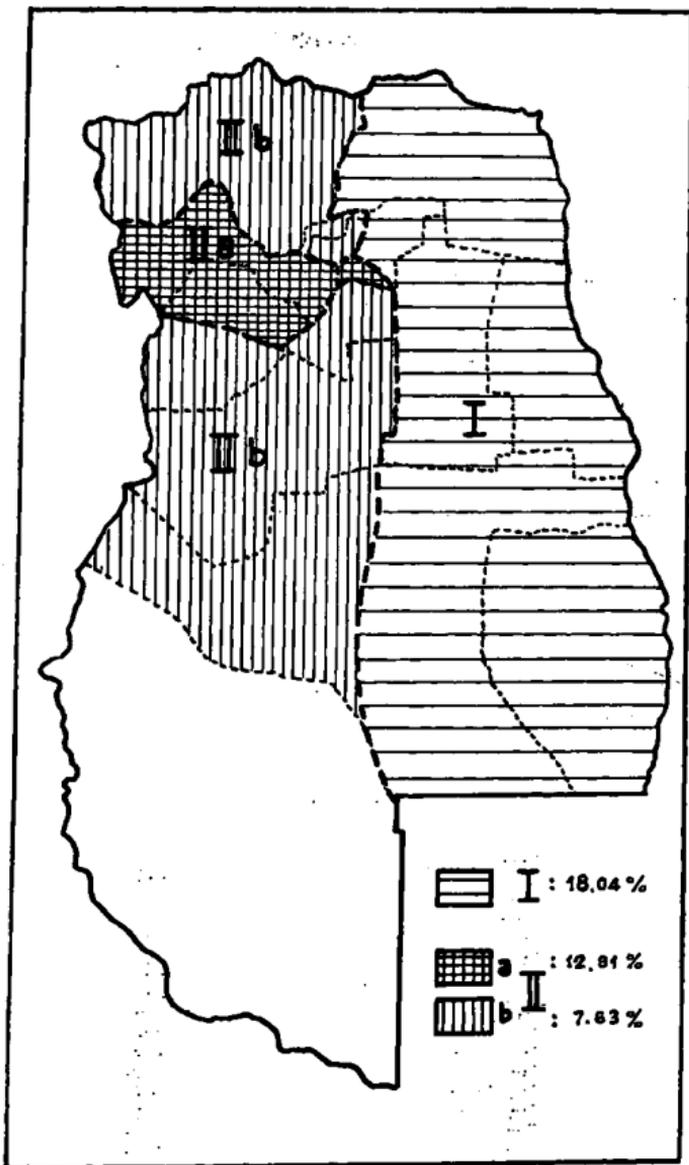


FIG. 164 - Porcentaje de pérdidas en viñedos, por departamentos.

Tabla N° 11. — Número de granizadas por departamento

Departam.	1952/53	1953/54	1954/55	1955/56	Suma	Promedio
Genl. Alvear .....	10	12	10	15	47	11,8
Godoy Cruz .....	3	4	—	6	13	3,2
Guaymallén .....	9	9	4	13	35	8,8
Junín .....	10	17	6	15	48	12,0
La Paz .....	6	—	4	10	20	5,0
Las Heras .....	5	8	4	6	23	5,8
Lavalle .....	7	9	9	18	43	10,8
Luján .....	14	9	8	20	51	12,8
Maipú .....	13	19	6	22	60	15,0
Rivadavia .....	14	11	9	26	60	15,0
San Carlos .....	9	6	9	11	35	8,8
San Martín .....	12	13	11	26	62	15,5
San Rafael .....	29	11	19	27	86	21,5
Santa Rosa .....	7	6	9	12	34	8,5
Tunuyán .....	3	1	3	6	13	3,2
Tupungato .....	9	5	6	8	28	7,0

Tabla N° 12. — Daños provocados a la producción vitícola por granizo, en porcentaje de quintales

Capital .....	
General Alvear .....	11,71
Godoy Cruz .....	6,34
Guaymallén .....	5,26
Junín .....	17,11
La Paz .....	25,06
Las Heras .....	4,26
Lavalle .....	6,67
Luján .....	4,92
Maipú .....	12,70
Rivadavia .....	5,87
San Carlos .....	14,69
San Martín .....	6,46
San Rafael .....	8,21
Santa Rosa .....	15,54
Tunuyán .....	6,19
Tupungato .....	9,30
Provincia .....	8,58

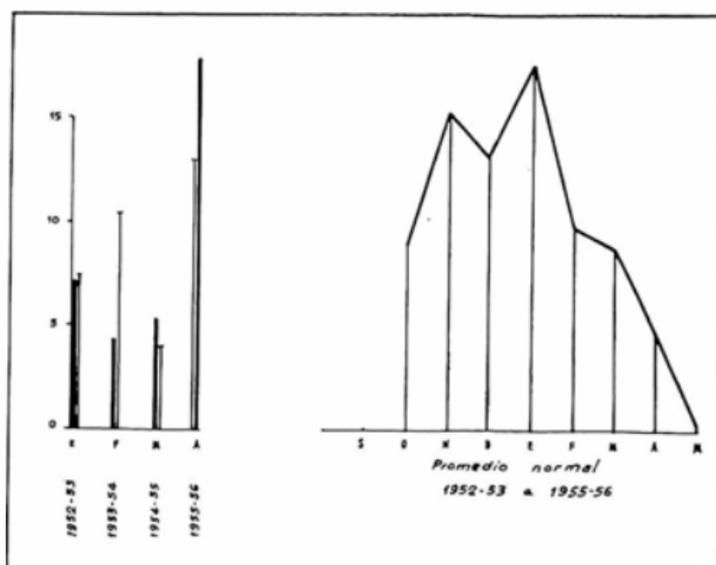


Fig. 165 - a) Relación entre número de granizadas y porcentaje de pérdidas; b) promedio anual de granizadas.

Los meses de mayor frecuencia de granizo (Fig. 165 b) son los que van de octubre a mayo. La máxima corresponde a enero. En cuanto al número de granizadas por departamentos (Fig. 166), se pueden establecer tres grupos. El máximo corresponde a los departamentos San Rafael, San Martín, Maipú, Junín y Luján, con valores superiores a 12. En segundo lugar se encuentran Tupungato, San Carlos, Santa Rosa, Lavalle y Alvear, con una frecuencia que oscila entre 6 y 12. Finalmente, el grupo Las Heras, La Paz y Tunuyán, con 0 a 6.

En cuanto al porcentaje de pérdidas (Fig. 167), pueden establecerse otros grupos de departamentos. El primero lo constituyen

los de La Paz y Santa Rosa, con pérdidas entre 25 y 15%. El segundo grupo comprende a Alvear y San Carlos, con porcentajes de 10 a 15. Al resto de los departamentos les corresponden valores entre 0 y 10%.

Es evidente que La Paz y Santa Rosa, con escasa frecuencia, alcanzan elevados índices de pérdidas en función de la intensidad o de la extensión del fenómeno. San Rafael, con un máximo de frecuencia alcanza un mínimo de pérdidas, al igual que los departamentos de Luján, Rivadavia, Maipú y San Martín.

Los escasos datos transcritos y las pocas conclusiones expuestas revelan la complejidad del problema y la necesidad de contar con estadísticas más completas y mejor llevadas para poder realizar una investigación realmente útil. Cualquier tipo de defensa que se ensaye contra el granizo, requiere el conocimiento previo de todos estos aspectos que hasta hoy ignoramos.

Con los elementos de juicio de que disponemos no conviene que nos empeñemos en obtener más conclusiones: cualquiera de ellas puede ser falsa y peligrosa.

#### *Carácter catastrófico de las grandes granizadas*

Los valores medios, las estadísticas y gráficos, suelen enmascarar en parte el carácter catastrófico de las grandes granizadas, especialmente en el caso de Mendoza, donde la población y su fuente principal de recursos se encuentra altamente concentrada en una pequeña área de unos 5.000 km<sup>2</sup>, o sea el 3% del total del territorio provincial. Además los impactos del granizo no pueden medirse exclusivamente por el daño individual de cada catástrofe, sino en relación con los fenómenos que le precedieron y los que le siguen y su incidencia en cosechas sucesivas libres de granizo.

Estos problemas, y algunos aspectos más, es lo que trataremos de poner en evidencia a través de los caracteres y aspectos de una gran granizada como la ocurrida en San Rafael el 31 de enero de 1965 que, además de los daños directos a los cultivos, nos permite pesar los quebrantos ocasionados por otros conceptos, inclusive los propios del radio urbano.

Dos años antes del fenómeno que vamos a describir, San Rafael había padecido dos grandes desastres climáticos. El 17 de marzo de 1963 se produjo un ciclón que ocasionó cuantiosos perjuicios

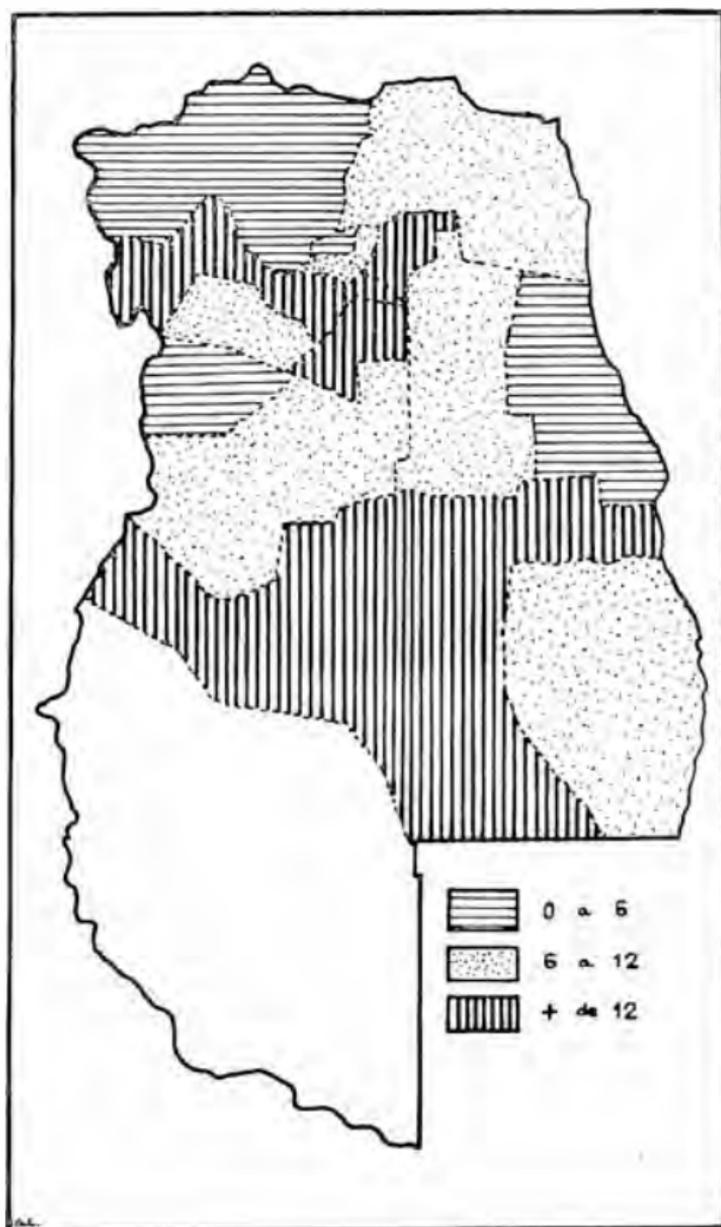


FIG. 166 – Número de granizadas por departamentos.

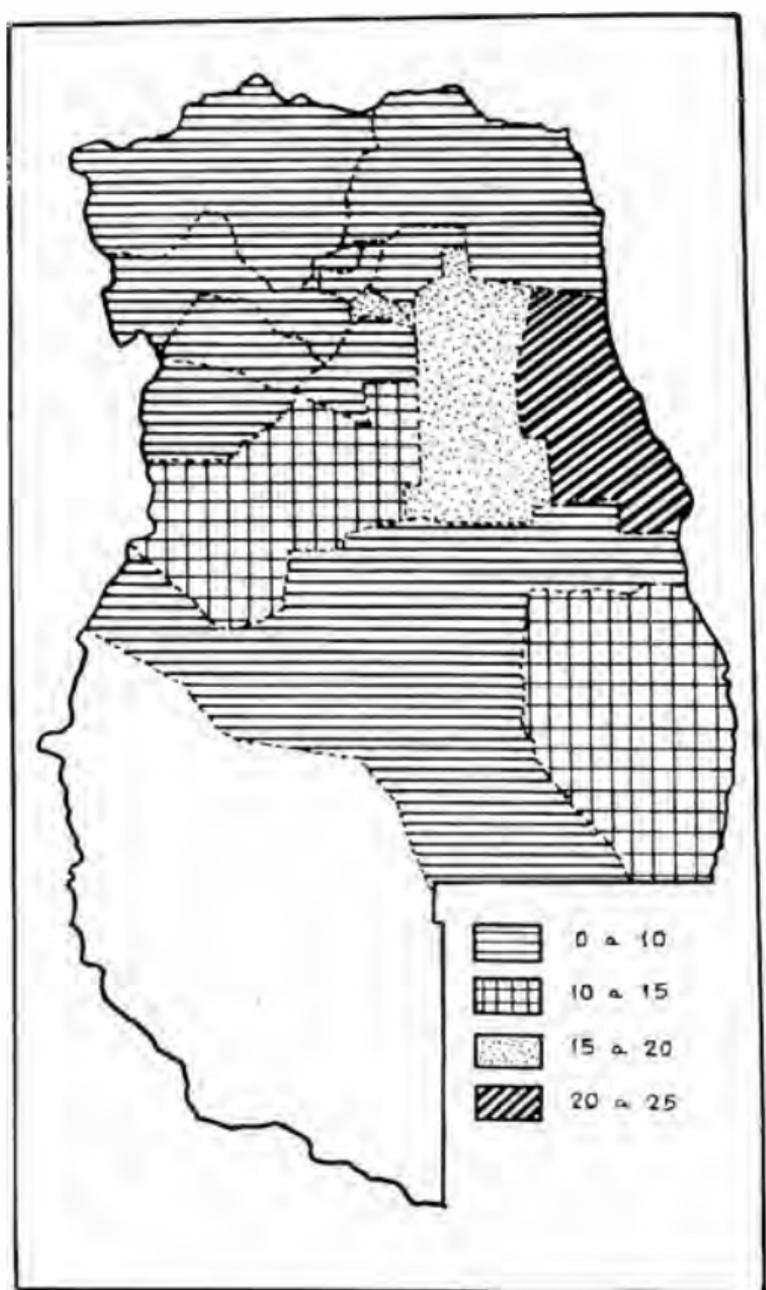


Fig. 167 - Grupos de departamentos de acuerdo con el porcentaje de pérdidas.

en el sistema energético, cultivos, forestales y muchos edificios, con voladura de techos y caída de muros.

El 28 de marzo de 1964 se produjo la famosa helada, que el 29 se generalizó a toda la provincia, provocando pérdidas por valor de cinco mil millones de pesos.

La temporada 1964-65 comenzó con frecuentes granizadas que afectaron a Cañada Seca y Goudge el día 12 de noviembre. Esta tormenta "puede ser considerada de excepción en la zona. Batió todos los *records* del año en granizo. La extensión fue de 60 a 70 km y el ancho en algunos sectores, de 10 km".<sup>101</sup>

A esta granizada siguieron otras con daños graves, al sud de Malvinas, Soitué, Los Sifones, Los Coroneles, Rama Caída, Usillal, La Tombina, con daños hasta de 100 %.

Desde el 25 de setiembre, hasta el 31 de enero se habían producido en San Rafael 14 granizadas, con 3.439 denuncias. Sin embargo, el gran desastre se produjo en "los cultivos existentes en los distritos Cuadro Benegas, Rama Caída, Cuadro Nacional, parte de Cañada Seca, de Las Paredes y también del Cerrito" el día 31.<sup>102</sup>

Las pérdidas fueron totales. "La palabra 100 % de daño —dijo Los Andes—, no cabe, por cuanto muchos plantíos sufrirán los efectos de este fenómeno en la próxima cosecha".<sup>103</sup> Además, en esta extensión de 50.000 ha, se perdieron los cultivos anuales y la producción frutícola.

La tormenta duró media hora, pero el granizo, como es común, apenas alcanzó a los cinco minutos. Llegó a acumular hasta 10 cm, obstruyó acequias, bloqueó desagües e inundó edificios de todo tipo, provocando derrumbes. A estos daños hay que agregar las destrucciones de numerosos vidrios y letreros luminosos. En las fábricas dañó máquinas, y en los negocios mercaderías por valores que no se han podido establecer. Cosa semejante ocurrió en los sistemas de comunicaciones.

Las pérdidas fueron estimadas en 2.840 millones de pesos, a lo cual debe agregarse la mano de obra y el menor rendimiento que produjo en la cosecha siguiente.

<sup>101</sup> LOS ANDES, *Los tormentas de granizo acusan elevado índice esta temporada*, Mendoza, 20-I-65.

<sup>102</sup> LOS ANDES, *Afrontan en San Rafael una crisis económica. La pérdida es total en cinco distritos*, Mendoza, 2-II-65.

<sup>103</sup> *Ibidem*.



For. 12 — Nube típica de granizo.

El más elocuente informe sobre el desastre lo dió una comisión sanrafaelina al presidente de la Nación, y decía así: "el planteo es de carácter económico social; los bienes afectados pertenecen a los productores, pero la gente que trabaja en las faenas rurales, en las fábricas y el comercio, enfrenta un grave problema: la desocupación. Con respecto a la mano de obra debe destacarse que la pérdida de jornales por la falta de cosecha e industrialización es un serio revés para la subsistencia de los asalariados; para éstos, el trabajo de temporada significa hacer algunas reservas para el resto del año, complementando sus ingresos, y si no se asegura la financiación de las labores rurales, los productores también prescindirán del personal estable. Hemos destacado las pérdidas de producción y de mano de obra, pero existe el perjuicio general, que no resulta factible evaluarlo, tal como los daños en establecimientos fabriles y comerciales, en viviendas, obras viales, de irrigación, etc.

"El costo de mantenimiento de cultivos permanentes —viñedos, frutales y olivares— será muy elevado, a lo que se agrega una importante proporción de frutales que deberá ser erradicada y nuevamente plantada, por el daño sufrido, mientras que los restantes de-



Fot. 13 — Alamos y frutales muestran los efectos de una granizada (San Rafael).

crecerán en su capacidad de producción, pudiéndose desde ya prever una disminución en la cosecha venidera del orden del 40 %.

"1) Área afectada y área bajo riego definitivo; viñedos, totales en el departamento, 40.000 has; afectadas, 24.000. Frutales: total, 30.000; afectadas, 20.000. Hortaliza: total, 20.000 has (potreros);

afectadas 3.000. Resumen: de 90.000 has en el departamento, fueron afectadas 47.000.”<sup>104</sup>

Si bien es cierto que los desastres climáticos han creado en los productores mendocinos una sicología especial y una particular habilidad para magnificar las cosas, conforme con sus intereses y pedir abultadas ayudas, es necesario reconocer que sus angustiosos reclamos se encuentran, de todas maneras, plenamente justificados, pues nunca se sabe cuándo terminan los quebrantos, como lo demuestran los acontecimientos que siguieron al desastre descrito

Pocos días después del 31 de enero granizó en San Rafael desde Víctor Weiner hasta Bella Vista y La Correina, en Colonia Castillo y Las Aguaditas. Finalmente, cuando todo hacía pensar que las granizadas habían terminado, el 14 de marzo se produjo una nueva caída cuyo tamaño superó a la del 31 de enero. Afectó a Rama Caída, La Llave, Colonia Elena, Algarrobal, Cañada Seca, La Guevarina, Toledano, el sur y el este de la ciudad.

“Esta granizada provocó pánico por su descomunal tamaño. Los impactos, en esta ciudad causaron extraordinario ruido y destrucción. Los techos de fibrocemento y tejas son los más perjudicados, al igual que los letreros luminosos y vidrios.

“En el centro de la ciudad no tuvo la magnitud de la tormenta del 31 de enero último, en cuanto a la intensidad, pero la superó en el tamaño de las piedras. Además, la granizada ha dejado numerosos heridos.”<sup>105</sup>

En la fábrica CAP, donde la granizada del 31 de enero había destruido 2.000 chapas de fibrocemento, de 1 m<sup>2</sup> c/u. y de 8 mm de espesor, la nueva granizada destruyó 7.300 chapas, con un costo de reposición de \$ 3.500.000.

Una estadística mejor llevada, con medios técnicos más elicientes y prolijos, podría facilitar la realización de un gráfico de peligrosidad, que nos informe no cuál es el departamento que más pierde en función de la extensión de sus cultivos, o intuir dónde las precipitaciones son más frecuentes o intensas, sino la aptitud agrícola de cada departamento para orientar dos aspectos funda-

---

<sup>104</sup> LOS ANDES, *La comisión que procura ayuda económica viajó a Buenos Aires*, Mendoza, 10-11-65.

<sup>105</sup> LOS ANDES, *La granizada de San Rafael superó en tamaño a la producida el 31 de enero*, Mendoza, 16-11-65.

mentales: 1) la implantación de nuevos cultivos; 2) el perfeccionamiento del Seguro Agrícola y la mejor adecuación de las primas, que al presente son iguales para quienes padecen mucho granizo, poco granizo o nada. A nuestro entender, éste es el punto crítico del fracaso del Seguro Agrícola en la provincia. Un seguro de vida paga primas proporcionales a la edad, que en cierto modo es expresión del peligro de muerte a que está sujeto el asegurado.

El ideal, por supuesto, es poder encontrar un sistema para neutralizar la producción de granizo o disminuir sus efectos, tal cual clamaban los agricultores, con justa razón.

El problema no es exclusivo de Mendoza, ni nuevo. De aquí que el hombre, desde tiempos inmemoriales, busca desesperadamente la fórmula o el instrumento capaz de evitar la caída del granizo o la forma de contrarrestar sus efectos y son muchas las experiencias llevadas a cabo, aunque no a feliz término, por la iniciativa privada y también por organismos oficiales.

No existe, hasta hoy, ningún método para evitar las granizadas, no obstante los distintos sistemas ensayados en diversos países.<sup>100</sup>

El uso de bombas antigranizo es una práctica lamentable pues, aparte de su absoluta ineficacia, despoja a los agricultores, indebidamente, de una gran cantidad de dinero que más les valdría conservar para sus necesidades fundamentales, luego que el granizo se ha llevado la cosecha.

"Las enormes energías desarrolladas en procesos atmosféricos de esta naturaleza (la del granizo), no nos permiten intentar modificaciones mecánicas directas que puedan competir en tal aspecto con la misma. No obstante, es posible actuar sobre algún estado inestable de ella, a fin de aprovechar su propia energía y modificar su proceso en forma conveniente a nuestro interés."<sup>107</sup>

Partiendo de esta premisa, técnicos del Servicio Meteorológico Nacional y de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, apoyados económicamente por el citado Servicio y el Seguro Agrícola de Mendoza, realizaron "du-

<sup>100</sup> Sobre el particular puede verse: CAPITANELLI, R. G., *El problema general del granizo y pedrisco*. . . . *cit.*

<sup>107</sup> IUBARNE, J. V. y GRANDOSO, H. N., *op. cit.*

rante cinco años una campaña de siembra artificial de núcleos glaciógenos en las tormentas graniceras de la provincia de Mendoza".<sup>108</sup>

La experiencia se llevó a cabo en gran escala, en el valle medio de los ríos Mendoza y Tunuyán, para defender al E, según se ha dicho oportunamente, y si bien prescindimos de su descripción, para pasar a sus resultados, no queremos dejar de elogiar este primer esfuerzo argentino que colocó a nuestro país entre los pocos del mundo que hasta hoy realizan experiencias de alto nivel.

Está de más decir que la experiencia no se realizó en las mejores condiciones que eran de desear, por diversos motivos. En primer lugar hubo que organizar una red de observaciones para elaborar series estadísticas, las cuales, dado el poco tiempo durante el cual se trabajó, resultaron escasas. En segundo lugar, no se utilizaron las técnicas más convenientes sino las únicas posibles en el medio. La operación se suspendió, lamentablemente, demasiado pronto para que pudiera rendir los frutos de ella esperados.

Se trataba de ensayar un método para disminuir los daños del granizo en un área reducida, alrededor y al este de la ciudad de Mendoza, mediante una determinada técnica de modificación artificial de las precipitaciones, que consiste fundamentalmente en la inseminación masiva de la zona, desde el suelo, con núcleos de yoduro de plata.

Los generadores eran quemadores de carbón de leña impregnados con una solución acetónica de yoduro de plata. Se distribuyeron alrededor de un centenar, la mayor parte en el área experimental, y entre 10 y 20 en las laderas de la cordillera".<sup>109</sup> Este último grupo fue instalado en las montañas desprovistas de cultivos, para iniciar los ataques, en mérito a que es allí donde primero comienzan los procesos productores de granizo, especialmente los convectivos.

La Operación Granizo fue suspendida por decisión oficial, sin que la opinión pública mendocina se empeñara mayormente en solicitar su prolongación a causa de que jamás entendió cabalmente

<sup>108</sup> GRANDOSO, H. N. e IUBAINE, J. V., *Resultados finales de una campaña de inseminación artificial de tormentas*, en "Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas", Tercera Reunión, Rosario, 1964, p. 59.

<sup>109</sup> IUBAINE, J. V. y GRANDOSO, H. N., *Experiencia de modificación artificial de granizadas...*, cit.

en qué consistía. Esto debe imputarse a una falta de claridad en la exposición de los objetivos de los directores de la experiencia. En general, el público entendió que la Operación tenía por objeto suprimir la caída de granizo, en toda la provincia, y que los intentos se realizaban cada vez que amenazaba tormenta. De aquí que, cualquiera fuera el lugar de la provincia y fecha en que cayera granizo, el público lo entendió como fracaso de la operación. La verdad ha sido otra.

En primer lugar, según se ha indicado, el área de experiencia era restringida. En segundo lugar, y esto es, a nuestro juicio, lo más importante, el público ignoró que aun con pronóstico de granizo, la operación no siempre se practicaba, por razones técnicas.

"Se aplicó un sistema de pronóstico de tormentas convectivas para la zona, en base a la cual los días con pronóstico positivo eran considerados *días de ensayo*».

"De los *días de ensayo*, solamente se efectuaba la inseminación en aproximadamente la mitad de las ocasiones, elegidas al azar, quedando los restantes casos como controles de comparación intercalados; es decir, se trataba de una experiencia *randomizada*. Los días de ensayo caían así en dos clases: *días de siembra* y *días de control*." <sup>110</sup>

De otro modo, ante un pronóstico que indicaba como probable la caída de granizo, se decidía por sorteo si se practicaba o no el ataque a las nubes. Cuando el azar determinaba que debían atacarse las nubes, se hacía y no tenía más objeto que acelerar las precipitaciones antes de que se formara el granizo. Es decir, que lloviera antes de la formación de éste.

### *Resultados de la operación granizo*

Durante los cinco años de experiencia y a fin de estimar los resultados de la operación, se eligieron tres variables: 1) extensión del fenómeno o granizada; 2) intensidad, y 3) daño total.

La tabla de Iribarne y Grandoso (Tabla 13), presenta interés pues aparte de su información relativa a los *Días de Ensayo* realizados en las dos últimas temporadas de la experiencia, contiene la clasificación sinóptica del fenómeno, la intensidad de la convec-

<sup>110</sup> *Ibidem*, p. 6.

Fecha	Clasificación Sinóptica	Intensidad de la convección observada	Daño en viñedos por granizo			
			Nº de denuncias	Superficie dañada	Daño % (medio (DM))	Daño total (DT)
2-III-62	X X	3 R				
4	X X	3 R				
9	X X	3 R				
11	F F	3 R				
15	F F	2 Cup Ch Ch				
16	X X	3 R				
21	X X	3 R				
27	X X	3 R				
7-III-62	F F	4 Granizo	227	349.910	19,9	660.490
9	X X	3 R				
10	X X	2 Cup. Ch. Ch				
14	F F	4 Granizo	995	371.133	13,5	501.787
15	X X	2 Cup. Ch. Ch				
16	X X	3 R				
19	F F	4 Granizo	31	20.682	11,6	23.936
24	X X	2 Cup. Ch. Ch				
29	X X	2 Cup. Ch. Ch				
7-III-63	X X	4 Granizo	5	12.589	23,9	30.108
12	X X	1				
14	F F	4 Granizo	180	147.050	21,0	308.710
16	X X	3 R				
8-III-63	F F	4 Granizo	381	252.179	20,6	724.409
9	X X	4 Granizo	30	21.210	20,7	43.887
10	X X	3 R				
11	X X	4 Granizo	7	6.871	11,0	7.570
12	X X	3 R				
15	X X	4 Granizo	121	262.649	28,8	757.631
16	X X	3 R				
17	F F	3 R				
21	X X	2 Cup. Ch. Ch				
22	F F	3 R				
28	F F	3 R				
2-III-63	F F	3 R				
5	F F	3 R				
11	X X	1				
14	F F	4 Granizo	77	98.890	19,9	184.895
31-III-63	F F	4 Granizo	3	460	7,6	348
15	F F	4 Granizo	37	24.309	40,3	98.014
18	F F	4 Granizo	26	18.360	11,5	21.186
19	X X	2 Cup. Ch. Ch				
28	X X	3 R				
10-III-63	X X	1				
15	X X	2 Cup. Ch. Ch				

TABLA Nº 13

ción observada, los datos sobre daños en los viñedos cuando hubo granizadas, y el resultado de la decisión al azar la cual determinó que el día fuera de siembra o control. Además, pone en evidencia un hecho que cuenta mucho en la economía mendocina, y es el estado de angustia permanente que viven los agricultores en los periodos en que el estado vegetativo coincide con el granizo.

Los resultados de la operación se pueden sintetizar de la siguiente manera:

1) "la siembra no tiene efecto significativo" para la totalidad de los procesos que producen granizo.

2) el "efecto de la siembra resulta ser una reducción de los daños, tanto en intensidad como en superficie (extensión), del orden del 60 %" en los días con pasaje de frente frío de superficie.

3) la siembra, "produce un aumento de los daños, principalmente en superficie, del orden del 100 %, en los demás días".

"Estos sorprendentes resultados se aclaran con la ayuda de otra determinación estadística, altamente significativa, que muestra que en días de FF la probabilidad de granizo *en una tormenta dada* aumenta con la inestabilidad estática, mientras que en los días XX es independiente de ella. La acción de la siembra en una tormenta formada es equivalente a una reducción de la inestabilidad puesta en juego, luego se comprende que reduzca el granizo en días FF solamente. En cambio, en tormentas incipientes tiene el efecto opuesto y puede producir cumulonimbus que, sin la siembra, no habrían pasado de la etapa del cumulus congestus. En consecuencia, en días XX existirán en general áreas de convección relativamente débil donde solo habrá tormentas —y por lo tanto cierta proporción de granizadas— gracias a la siembra, como lo sugiere el aumento de superficie hallado para esos días. No así en los días FF, en que tarde o temprano el frente descargará toda la inestabilidad posible, es decir, producirá el pleno desarrollo de todas las tormentas posibles, sin la ayuda de la siembra."<sup>111</sup>

Los resultados obtenidos no significan de ningún modo un fracaso y supuesto que la experiencia no pueda continuarse por falta de recursos, por ejemplo, debe seguirse con la primera parte de la operación. Es decir, mantenimiento de la micro red de observaciones, estudio de las tormentas de granizo, perfeccionamiento del sistema de pronóstico, etc. Si bien es cierto que aún no existe en ninguna parte del mundo un sistema de defensa realmente eficiente, también lo es que las experiencias continúan y que es posible que algún día se dé con una fórmula adecuada cuya aplicación requiera, previamente, los conocimientos que, según hemos apuntado, deben seguirse perfeccionando en Mendoza.

<sup>111</sup> GRANDOSO, H. N. e IUBARNE, J. V., *Resultados finales de una campaña de inseminación artificial de tormentas...*, cit., p. 60-61.

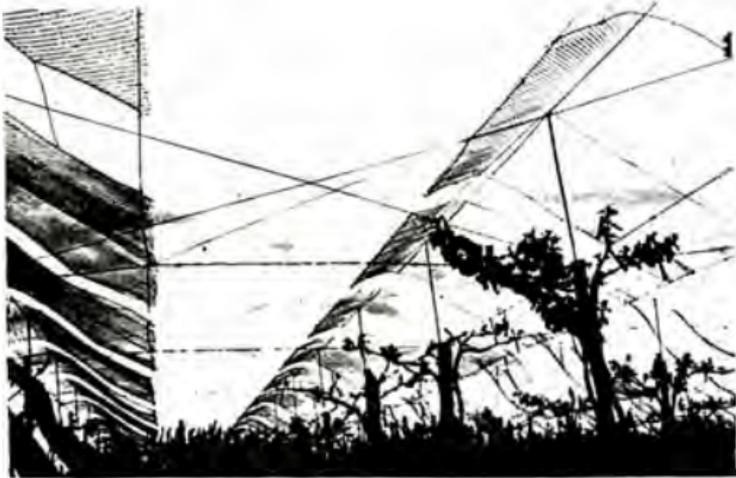


Fig. 14 - Defensas contra el granizo, mediante telas metálicas (San Rafael).

#### *Techos de tela metálica para defensa antigranizo*

Agricultores de San Rafael, han comenzado a utilizar un nuevo método antigranizo, con antecedentes en Italia. Se trata de la instalación de tejidos de alambre de dos tipos: exagonal o romboidal, puesto que los materiales plásticos, contrariamente a Italia, en San Rafael han resultado poco durables.

"La cobertura tiene forma de techo a dos aguas, cubriendo especialmente el suroeste en que predomina la caída de granizo. Por cepa se aplica una cobertura de 2,50 metros por 1,50 metros con sostén de madera de álamo sulfatado y varillas de hierro desde 6 milímetros a 12, de acuerdo a la resistencia que se desea darle".<sup>112</sup> Lamentablemente, este sistema es de costos muy elevados. En el año 1965 oscilaba en los 500.000 pesos por hectárea. Hoy debe oscilar en los 800.000.

<sup>112</sup> Los Aspis, *Excelentes resultados logran en defensas contra granizo*, 9-III-66.

"El primero en aplicar este sistema en nuestra zona fue el señor Valentín Bianchi en sus parrales de Las Paredes, zona muy castigada por este Hagelo. Se instalaron luego en parrales de los señores Stradella y Bianchi, en Pueblo Usina; Francisco García, en Las Paredes; Miguel Rippae, Cudro Benegas y hay otros en El Usillal y Cañada Seca y, tal vez, el único empleado en espalderas, se ha colocado en una viña de Las Paredes."<sup>113</sup>

Se supone que el sistema es bueno pues se ha constatado que mientras en fincas vecinas, sin defensas metálicas, los daños eran del 40 al 70 %, en las defendidas con telas metálicas solo alcanzó de 3 a 10 %. Además se espera obtener ventajas frente al peligro de heladas blancas de poca intensidad y una mayor producción alcohólica mediante la obtención de algún grado más de temperatura. En fin, nos parece prematuro aventurar un juicio sobre las virtudes del sistema, luego de tan corto tiempo de experiencias.

Lo cierto es que el costo del sistema de defensas es elevadísimo. Los organismos técnicos como INTA se encuentran empeñados en la realización de experiencias para aplicar o implantar cultivos de cabeza, sin alambres, con el fin de abaratar los costos de implantación. Pensemos que si a los costos normales se agregan los de las defensas con telas metálicas cada hectárea de viña en plena producción va a llegar a costar más de un millón de pesos. De este modo, una unidad económica mínima entraría en plena producción a un valor aproximado de casi 20.000.000. Cabe entonces la pregunta siguiente: ¿conviene plantar viñas o derivar los capitales hacia otras actividades? De ser negativa la respuesta, Mendoza se colocaría francamente dentro de la zona marginal del viñedo.

Este aspecto ha sido considerado por los interesados y se estima que para aplicar el sistema de telas metálicas se necesita, por lo menos, levantar en gran medida el rendimiento por hectárea. Aconsejan, de acuerdo con las estadísticas de daños por granizo, elevar los rendimientos por encima de los doscientos cincuenta quintales por ha. Éste es fácil de alcanzar en los cultivos conducidos por el sistema de parrales. El rendimiento promedio de la zona, actualmente está por debajo de la cifra necesaria, la ma-

<sup>113</sup> LOS ANDES, *La tela metálica, por el momento, es la mejor defensa antigranizo*, Mendoza, 6-XI-60.

yoría de las veces por envejecimiento de las plantaciones y un manejo irracional del suelo".<sup>114</sup>

Como puede observarse, el problema no es sencillo. Hay que elevar rendimientos que significan más inversiones y mayores costos; pero, fundamentalmente hay que luchar con dos inconvenientes serios: 1) el bajo nivel técnico de los agricultores, y 2) la disposición de ánimo de los mismos. ¿Se puede esperar, en plazo razonable, un cambio de actitud tan rotundo en aquellos propietarios que obtienen rendimientos bajos por haber llegado al extremo de dejar envejecer sus cultivos, como para que superen esta situación y adopten el sistema revolucionario de las telas metálicas? En el mejor de los casos, el sistema llevará tiempo.

### *El Seguro Agrícola*

Queda en pie, como siempre, una fórmula indispensable en el momento actual para conjurar partes de las crisis que el granizo genera: el seguro agrícola. Lamentablemente, pese a los años de experiencia, Mendoza no acierta todavía con una ley adecuada. Es de esperar que los organismos responsables encuentren a corto plazo una fórmula conveniente.

Cada año, no bien se inicia la primavera, recrudescen las preocupaciones por el peligro del granizo y también ha habido que repetir, por una vía o por otra, que hasta ahora ningún método ha dado resultado para impedir la caída del flagelo.

No obstante que esta afirmación no ha sido desmentida, hasta hoy, por ningún científico argentino, se siguen ofreciendo a los agricultores elementos de lucha de manifiesta inoperancia.

Según el informe de la *National Science Foundation*, para el año 1961, que da cuenta de los resultados obtenidos por los países que realizan experiencias, o sea Argentina, Australia, Alemania, Canadá, Francia, Gran Bretaña, Israel, Italia, Japón, México, Panamá, Sud África, Suecia, Suiza, Rusia y China Comunista y, por supuesto, Estados Unidos, hasta la fecha indicada no se había obtenido nada positivo y recomendable.

<sup>114</sup> Ibidem.

No tenemos noticias de que durante los años posteriores se haya logrado nada nuevo y eficiente. De todas maneras, puede asegurarse que las investigaciones continúan y que no se descarta la posibilidad de lograr la forma de modificar sustancialmente el estado del tiempo y evitar los desastres que provoca el granizo.

Queda en claro, entonces, que al presente la única defensa posible para el productor es el seguro contra el granizo.

La provincia de San Juan lo posee hace varios años. Mendoza tenía el suyo luego de varias leyes al respecto que vienen desde el año 1919, con diversas reformas, hasta llegar al Instituto del Seguro Agrícola, recientemente disuelto, organismo encargado de la tasación de daños producidos por el granizo en los cultivos, la percepción de contribuciones y el pago de las primas establecidas al respecto.

Sintetizando, hasta el presente el granizo es inevitable, el seguro agrícola es imprescindible, y la provincia de Mendoza debe restablecer el Instituto disuelto, en forma más eficiente que el anterior.

Cabe entonces pensar en otras posibilidades. En primer lugar, deben proseguirse las investigaciones sobre el fenómeno, sea bajo la estructura de la Operación Granizo o cualquier otra que se estime conveniente; pero seguir con ellas y, en segundo lugar, procurar que entre las empresas privadas se generalice la idea de la posibilidad del seguro agrícola no oficial, tal cual ocurre en otros países.<sup>115</sup>

Podrá objetarse que los riesgos de granizo son demasiado pesados para las compañías; sin embargo no es así: el secreto del seguro contra el granizo está en el exacto conocimiento del grado de peligrosidad de cada zona. Las primas se gradúan, luego, de acuerdo con esta tipificación en zonas de peligrosidad.

La Operación Granizo, de continuarse, podría dejar, cuando menos, el conocimiento de las distintas áreas de peligrosidad, frecuencia de granizo, intensidad, etc., no solo de las áreas cultivables sino también aquellas de extensión probable de los cultivos, para los organismos oficiales y las compañías privadas.

<sup>115</sup> Sobre este tema puede verse: CAPITANELLI, R. G., *El granizo y el sistema para implantar un seguro*, en "Los Andes", 5 de diciembre de 1964.

*El fenómeno de la helada*

El estudio de las heladas reviste particular importancia dada la cantidad de pérdidas que generalmente ocasiona a la agricultura. Sin embargo no se poseen suficientes datos para realizar una investigación adecuada.

Como bien lo ha hecho notar Julio Hirschhorn, falta "un registro sistemático y objetivamente cuantificado de los daños inmediatos y mediatos que las heladas, sobre todo las extemporáneas, causan todos o casi todos los años a todos los cultivos, en particular a los frutales durante la floración y comienzo de la fructificación".<sup>116</sup>

El interés climático de las heladas radica en sus efectos biológicos, fundamentalmente. No obstante, los datos suministrados por las estadísticas meteorológicas tienen un valor puramente físico, puesto que no se trata más que de frecuencia y temperaturas mínimas en casilla meteorológica; es decir, 1,50 m del suelo.

De los factores capitales para el estudio de las heladas, época de ocurrencia, intensidad, duración, tipo genético y distintas modalidades de frecuencia de las características anteriores señaladas por Burgos<sup>117</sup> solo podemos conocer, a través de las estadísticas, los primeros. La intensidad puede medirse, en parte, por los valores mínimos absolutos de las temperaturas. Faltan datos relativos a los demás aspectos.

Las características físicas y biológicas de la provincia de Mendoza, permiten, además, formarnos una idea de la complejidad del problema, conociendo los tipos de heladas.

<sup>116</sup> Burgos, J. J., *Las heladas en la Argentina*, con prólogo de Julio Hirschhorn, Buenos Aires, INTA, 1963, p. X.

<sup>117</sup> *Ibidem*.

Teniendo en cuenta la génesis del fenómeno se las divide en advectivas, de radiación y mixtas, que obedecen a factores macro-meteorológicos. Por los efectos visibles se las clasifica en blancas y negras que responden primordialmente a factores micrometeorológicos.

Las heladas advectivas obedecen a invasiones de aire muy frío procedentes de latitudes más elevadas. La invasión de estas masas de aire es favorecida en nuestro país por la falta de obstáculos para el traslado en sentido N-S. Producen, generalmente, más daños en las partes altas del relieve del suelo que en las bajas, por la distribución de la temperatura.

Las heladas de radiación obedecen a una inversión térmica en la masa de aire próxima al suelo. Son más localizadas que las advectivas por lo mismo que están más sujetas a factores micrometeorológicos.

"Los mayores daños en los casos de heladas por radiación, se registran en las partes bajas del relieve del suelo; en las altas los daños resultan menores o nulos."

En cuanto a las heladas de origen mixto, pueden citarse tres casos distintos: a) simultáneamente, la advección y la radiación generan temperaturas suficientemente bajas como para producir daños en los vegetales. Los daños son mayores en los terrenos bajos; b) a una helada de advección más o menos típica le siguen fenómenos de radiación. Los menores daños se producen en niveles intermedios; c) luego de fenómenos de advección que no llegan a configurar heladas típicas, siguen heladas de radiación típica facilitadas por el proceso anterior. Como en el primer caso, los daños son mayores en los terrenos bajos.<sup>118</sup>

En el caso de Mendoza, son fácilmente comprensibles los efectos de los grandes relieves (montañas, mesetas y llanuras) sobre las heladas advectivas y, en forma general, sobre las convectivas. En las formas de detalles (bolsones, depresiones, quebradas, grandes surcos de erosión, etc.), con los datos a nuestro alcance no podemos sino imaginar las consecuencias.

Son los agricultores quienes han generalizado la división en heladas blancas y negras y la distinción tiene su razón de ser puesto que a igual intensidad y duración, las heladas negras son más da-

---

<sup>118</sup> Ibidem.

finas que las blancas. En las estadísticas meteorológicas no se hace este dístingo.

Las heladas blancas ocurren "cuando se forma hielo cristalino sobre la superficie de las plantas y objetos expuestos libremente a la radiación nocturna, si la temperatura desciende por debajo de 0°". La helada negra ocurre "cuando el descenso térmico por debajo de 0° C no va acompañado de formación de hielo. Su designación obedece al color negruzco que adquieren, al día siguiente de la helada, los órganos verdes y tiernos de los vegetales al ser destruidos por el frío".

"La diferencia física entre estos dos tipos de heladas radica en los efectos de una distinta combinación entre el estado higrométrico de la masa de aire, presente en la región afectada, y la temperatura mínima registrada inferior a 0° C. Las masas de aire húmedo producen generalmente heladas blancas y las de aire seco, heladas negras."

En el caso de las heladas blancas "el enfriamiento nocturno produce una condensación del vapor de agua en forma de rocío y, luego, su congelación sobre las plantas, cuando el punto de rocío está por encima de 0°, y una sublimación directa cuando éste se halla por debajo de ese nivel que forma la escarcha".

"En el caso de las heladas negras el vapor de agua es tan escaso que, a pesar del enfriamiento nocturno, no llega al punto de saturación con respecto al hielo".<sup>119</sup> El bajo contenido en vapor de agua de la atmósfera mendocina no facilita la formación de heladas blancas no obstante el cielo despejado y el alto porcentaje de calmas, especialmente en la parte norte de la provincia.

La menor peligrosidad de las heladas blancas se debe a que la condensación del vapor de agua libera cierto calor que contrarresta los efectos del descenso térmico producido por la radiación.

La variedad de suelos mendocinos, tanto por sus condiciones permanentes como aquellas variables, dependientes del riego, cultivos, etc., constituyen un factor de complejidad cuya medición está, por hoy, fuera de nuestro alcance. Finalmente, la vegetación también juega su papel en las heladas y de mucha importancia para Mendoza. En función de ésta, lamentablemente, los oasis de cultivos presentan mayores peligros que las zonas libres. La vegetación disminuye la acción del viento y de los movimientos turbulentos del

<sup>119</sup> Ibidem.

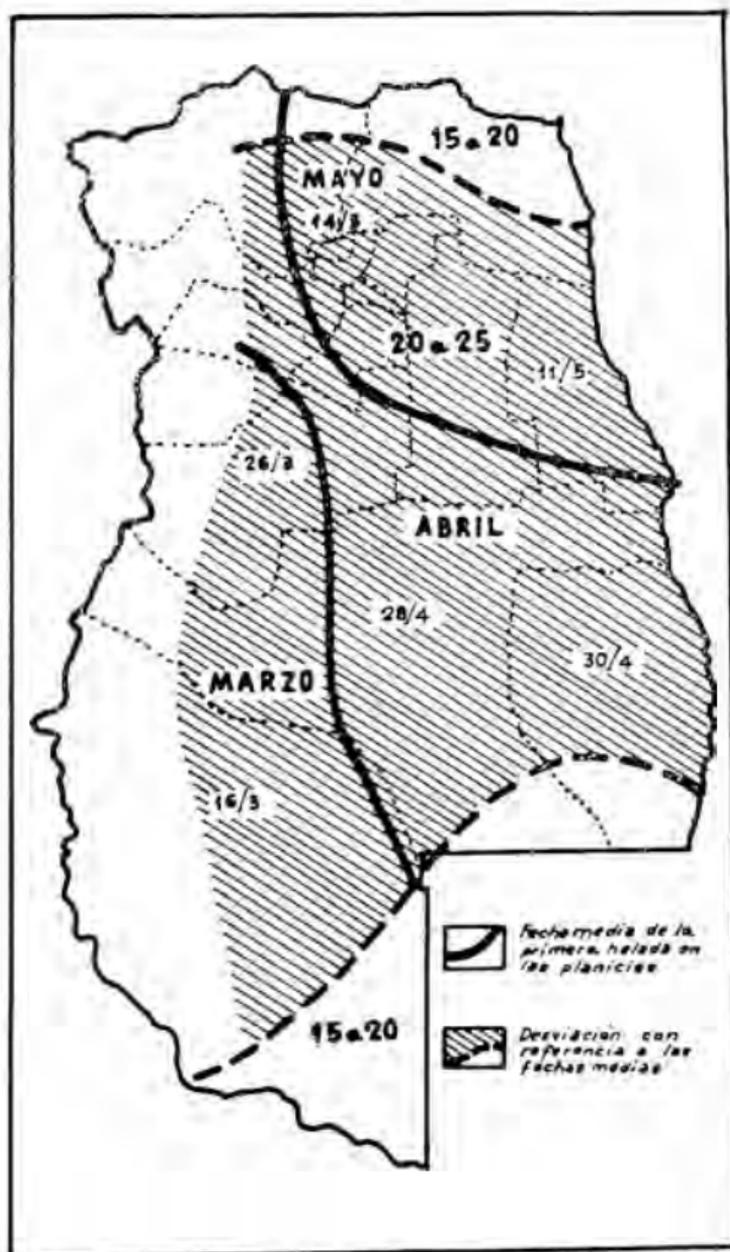


Fig. 168 — Comienzo de las heladas y desviación probable respecto de las fechas medias.

aire. "En consecuencia, en las noches de heladas la introducción entre el suelo y la atmósfera de una capa aislante, de altura y eficacia determinada por la vegetación (cuanto más alta más eficaz), impide que el calor del suelo se difunda con rapidez en la capa baja de la atmósfera y determina mínimas más intensas (Scharringa, 1958). Además, debe tenerse en cuenta que este mismo elemento durante el día impide la recepción de la radiación solar por el suelo, y el almacenaje de calor en el mismo".

"El segundo efecto de la vegetación cultivada o espontánea en la expresión de las heladas, puede ser el efecto enfriante de la evaporación y transpiración de las plantas, cuando las mismas se hallan activas en el momento de producirse aquéllas.

"La vegetación local, además, intercepta la precipitación y favorece la condensación nocturna, que al evaporarse consume una cantidad considerable de energía. Por otra parte, contribuye a facilitar la evaporación del agua edáfica. Ambos efectos, según los casos, pueden intensificar el enfriamiento nocturno en la base de la inversión térmica formada, que generalmente se ubica en el estrato superior de la capa de aire afectada por la vegetación."

### *Peligrosidad de las heladas*

La comparación de los niveles térmicos de daños en distintas especies de plantas (Tabla 14), según diferentes autores, con los valores de temperaturas mínimas medias mensuales y las temperaturas mínimas absolutas registradas en las estaciones meteorológicas de Mendoza (Tabla 15), dan una idea de la peligrosidad estacional de las heladas. Tomamos para ello los valores térmicos de Burgos (Tabla 14), para las especies cultivadas en Mendoza.<sup>120</sup>

<i>Especie</i>	<i>Descanso</i>	<i>Yemas cerradas mostrando color</i>	<i>Pl. fl.</i>	<i>Peq. Fr. V.</i>
Vid . . . . .	-17 a -15	-1,1	-0,6	-0,6
Duraznero . . . . .	-26	-3,0	-2,8	-1,1
Cerezo . . . . .	-28,9	-2,2	-2,2	-1,1
Peral . . . . .	-28,9	-3,9	-2,2	-1,1
Ciruela . . . . .	-34,4	-3,4	-2,2	-1,1
Manzano . . . . .	-34,4	-3,9	-2,2	-1,7

TABLA Nº 14

<sup>120</sup> Ibidem.

Localidad a Nivel altitud	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>RRINDOZA</b>	18,8	17,6	15,3	11,1	7,4	4,3	3,4	0,4	0,1	11,3	12,3	17,7
887m/32° 53'	9,4	7,0	1,7	-1,3	-3,0	-4,7	-5,2	-4,0	-2,9	0,9	3,0	5,0
<b>SAN MARTIN</b>	16,7	15,9	13,5	8,0	4,5	1,8	0,8	2,7	5,8	9,2	12,1	15,5
659m/33° 05'	3,6	4,3	2,6	-3,1	-5,1	-4,9	-7,5	-6,0	-2,9	-0,4	1,7	4,3
<b>LA PAZ</b>	17,3	16,2	13,6	8,8	4,8	1,6	-0,1	2,1	5,2	9,6	13,7	16,0
506m/33° 28'	4,8	6,6	1,1	-6,0	-7,0	-8,0	-10,6	-7,5	-9,7	-1,1	1,0	4,6
<b>SAN CARLOS</b>	11,3	10,3	8,1	3,8	-0,3	2,6	3,3	1,8	1,1	4,6	8,0	10,3
940m/23° 45'	-0,8	-0,3	-3,6	-6,6	-9,0	-13,3	-14,0	-11,8	-9,3	-6,3	-3,1	-1,0
<b>ALVEAR</b>	14,8	14,1	11,7	7,3	4,2	1,3	0,6	2,0	4,3	7,9	11,4	13,7
485m/35° 05'	4,0	4,0	1,2	-2,6	-7,4	-10,0	-9,8	-9,6	-5,4	-3,1	-0,2	0,3
<b>MALARGÜE</b>	8,0	8,3	8,9	3,8	-0,4	-3,4	-4,0	-3,1	-0,2	3,2	5,3	7,8
1418m/38° 23'	1,5	-2,0	-3,7	-9,6	-14,7	-23,6	-16,6	-17,7	-8,9	-6,2	-5,0	-4,5

NOTA: para cada estación, los datos del primer renglón corresponden a los valores mínimos medios y los del segundo, a los mínimos absolutos.

TABLA Nº 15

Durante el período de descanso, según los valores medios mensuales de las mínimas y las mínimas absolutas (*records*) ninguna de las especies de la lista sufriría daños; excepto Malargüe, donde solo estarían en peligro las vides (Fig. 202).

Durante la actividad vegetal, los peligros son evidentes pues si bien ninguna localidad registra valores térmicos mínimos medios inferiores a los topos, pueden producirse extremos que afecten a los viñedos y a los frutales en todas las localidades, especialmente en las del sud, como San Carlos, Alvear y Malargüe.

Por otra parte, es necesario considerar el peligro de las heladas tempranas y tardías. En este sentido es evidente que en todo abril, de acuerdo con las temperaturas mínimas absolutas, las heladas son peligrosas. En el caso de Malargüe y San Carlos el peligro se extiende incluso al verano.

De acuerdo con los valores mínimos absolutos, pueden producirse heladas tardías con daños en vides y frutales en toda la provincia hasta octubre. En noviembre el peligro continúa para los departamentos del sud (San Rafael, General Alvear y Malargüe) y San Carlos. En esta última localidad y en Malargüe, puede helar aun en verano.

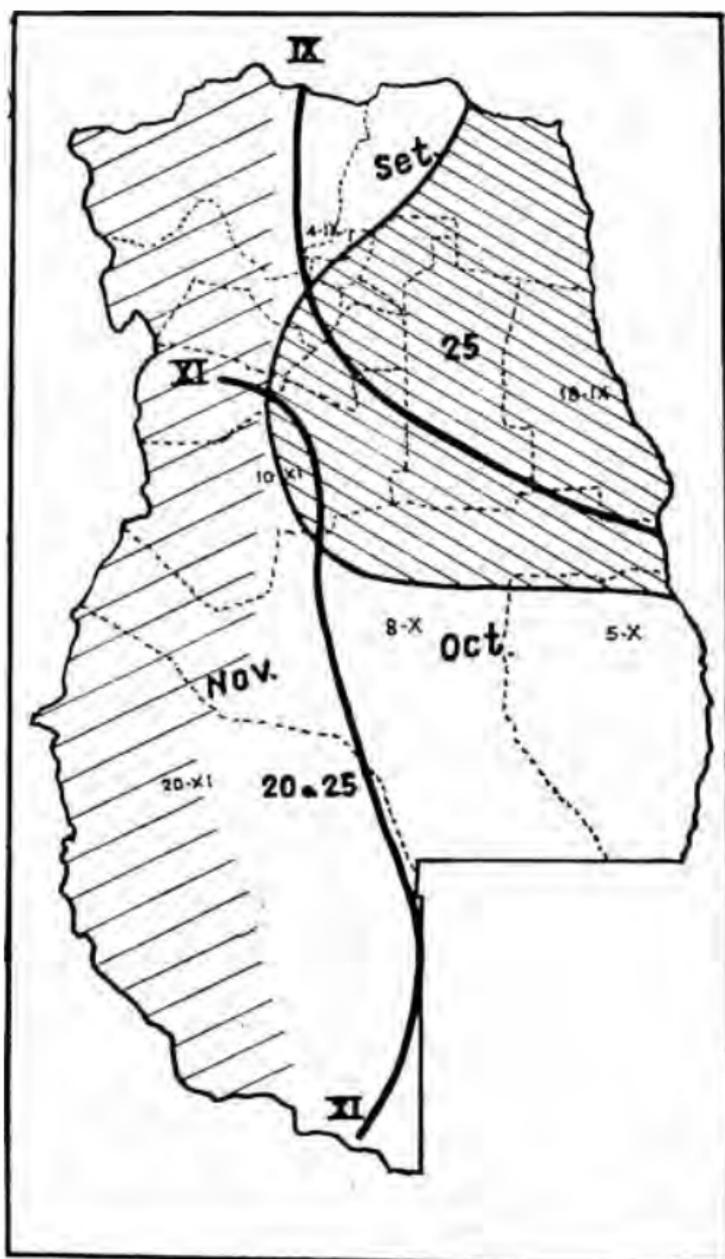


Fig. 169 - Fecha media de terminación de las heladas y desviación probable.

No hay dudas de que toda la provincia de Mendoza recibe heladas en la totalidad de los años, cualesquiera sean su frecuencia e intensidad.

En el mapa (Fig. 168), muy general por cierto, pueden observarse tres zonas correspondientes a la fecha media de la primera helada. De acuerdo con ésta, en la primera zona, en el SW, abarcando la parte occidental de los departamentos de Tupungato, San Carlos, San Rafael y todo Malargüe, las heladas comienzan, en la planicie, en el mes de marzo. En la zona central, en abril; y en el NE, en mayo. Casi la totalidad de la provincia tiene una desviación, excepto el SE y NE, de 20 a 25 días.

En el mapa siguiente (Fig. 169), se advierte una disposición zonal semejante. En la extremidad SW terminan en noviembre, en el centro en octubre, y en el NE en setiembre. La desviación de la fecha media de la última helada es de 25 días en el NE, y de 20 a 25 en el S.

No creemos necesario, dada la extrema variabilidad de las heladas en el tiempo y el espacio, a causa de las irregulares características del fenómeno y la realidad geográfica, seguir generalizando sobre el particular. En ocasión de estudiar los climas locales se concretarán otros datos de mayor validez y utilidad práctica.

### *Pérdidas por heladas*

Las heladas, junto con el granizo, son las causantes de la mayor cantidad de pérdidas en la agricultura mendocina. Tienen la ventaja, sobre el granizo, de que los daños suelen ser reparables. No tratándose de heladas muy tardías, puede lograrse, mediante la poda, el rebrote en algunas especies y una cosecha, naturalmente menor, pero que evita la pérdida total. En el caso de las heladas tempranas u otoñales puede ocurrir que se produzcan con temperaturas inferiores a la resistencia de los frutos e, incluso, que pueda cosecharse el fruto helado, como ha ocurrido con la uva, según se relatará oportunamente.

Las heladas, especialmente si se trata de las advectivas, suelen ser más generales que las mangas de piedra y afectan áreas mayores.

De acuerdo con estadísticas correspondientes a los años 1929-48 (Fig. 160), puede observarse que los departamentos más afectados

por las heladas son los de Tunuyán, con un 17 %; La Paz, con 16,3 %; San Carlos, con 14,2 %, y Alvear con 12,9 %. Las Heras, con 2 %, es el departamento menos afectado.

Si se confrontan los daños producidos por granizo, en el mismo período, se observa una mayor uniformidad en las pérdidas por heladas, es decir, los daños son similares en los distintos departamentos.

El mismo gráfico presenta el porcentaje de pérdidas ocasionadas por los dos fenómenos. De éste surge claramente la mayor peligrosidad de los agentes climáticos en los departamentos de La Paz y Tunuyán. En el primero los mayores daños son ocasionados por el granizo, y en el segundo, por las heladas.

#### *Efectos de una gran helada extemporánea*

Como en el caso del granizo, los gráficos y cifras medias no dan idea cabal de lo que puede ser una catástrofe producida por una gran helada. A fin de ilustrar mejor este aspecto, se tomará como ejemplo la producida el 29 de marzo de 1964.

La Tabla N° 16 muestra las condiciones térmicas de Mendoza durante el mes de abril.

	<i>Media</i>	<i>Máx. M.</i>	<i>Máx. absol.</i>	<i>Min. M.</i>	<i>Min. absol.</i>
Mendoza .....	20,1	26,1	35,0	15,3	1,7
San Martín .....	20,1	28,8	39,6	13,5	2,6
La Paz .....	21,0	29,4	39,3	13,5	1,1
San Carlos .....	16,5	26,3	34,6	8,1	-3,6
Alvear .....	19,4	28,2	37,8	11,7	1,2
Malargüe .....	14,4	25,2	34,5	5,9	-3,7

Tabla N° 16

Como puede verse, solo San Carlos, una pequeña isla de frío en la mitad occidental de Mendoza, y Malargüe, ya en los 35° 29' lat. S y a 1.418 m de altura s/nm, presentan un valor *record* de -3,6 y -3,7° de mínima absoluta. Las demás temperaturas son todas superiores a cero grado. Una helada intensa como la del 29 de marzo no era del todo previsible.

El día 27 las temperaturas máximas oscilaban entre 32° en Mendoza y 28° en Malargüe; es decir, estaban por encima de los valores medios normales y las mínimas, alrededor de 14°, estaban dentro de las normales.

El mismo 27 se inició un cambio de tiempo que en su posterior evolución afectó a todo el país. Un vendaval de aire frío, generado por una depresión de 954 mb centrada al este de las islas Malvinas, y que luego se extendió hacia el Río de la Plata, azotó al sur de Argentina.

"La vaguada se hizo sentir con mayor intensidad en las provincias patagónicas de Neuquén y Río Negro, produciendo daños cuantiosos" a la agricultura.

"El frente frío tuvo rápida concreción, ya que en Bahía Blanca, durante la madrugada, la temperatura descendió 14° en el término de dos horas" hasta llegar a cinco décimas bajo cero.

"En Neuquén y el valle inferior del Río Negro, el vendaval sopló con ráfagas de hasta 120 km por hora". En algunos sectores las pérdidas en la agricultura fueron estimadas en un 35 %.<sup>121</sup>

El día 28 (Fig. 104), el frente se encontraba ya muy lejos, en el NE del país, y la incurvación de las isobaras de las nueve de la mañana indicaba claramente la irrupción de la masa de aire frío del SW y una célula anticiclónica centrada en la costa pacífica a la altura de Santa Cruz. Este anticiclón siguió su avance y el día 29 (Fig. 109) se encontraba centrado entre San Luis, Córdoba y La Rioja y la enorme gota de aire frío cubría todo el país.

Bajo el influjo de la citada masa de aire, la temperatura alcanzó los valores mínimos en la madrugada del 29. En la zona del S de Mendoza, Las Paredes registró -2,5°; Malargüe, -5,6°; Gouge, -5,0°; Villa Atuel, -6,0°, y Alvear, -6,0°. En la zona N, San Martín registró -1,0° y La Paz -1,0°.

De este modo se produjo una catástrofe que acentuaron dos circunstancias especiales: 1) las heladas se prolongaron un par de días más, hasta configurar el tipo mixto; 2) la cosecha estaba sensiblemente retrasada, por efectos climáticos, y la uva se encontraba casi totalmente en las plantas.

Por lo mismo que la helada fue fundamentalmente advectiva, con viento regular, los parrales sufrieron mucho más que las espaldaderas. Los daños estimados en un primer momento fueron cuantiosos. Las cifras que siguen a continuación dan una idea al respecto: Santa Rosa: en hortalizas, el 100 %.

<sup>121</sup> LOS ANDES, Un fuerte viento frío afectó la región sur, Mendoza, 29-III-64.

Tupungato: cultivos y hortalizas, 80 %; frutales y viñedos, 20 %.

San Rafael: hortalizas, aproximadamente el 90 %; viñedos, 30 %.

General Alvear: verduras y hortalizas, 80 %; viñedos, 70 %.

Luján, Carrizal: en chacras, 85 %. Perdriel: 50 %. Drumond: viñedos, 8 %.

San Martín: un 30 % para viñedos y hortalizas.

Estas primeras apreciaciones son siempre muy relativas, generalmente abultadas en cuanto al efecto sobre los frutos mismos; pero omiten también la reiteración del fenómeno de los días siguientes y otros daños de tipo indirecto que se tratará de poner de manifiesto.

La helada tiene efectos sobre los vinos. El polvillo que desprenden las hojas secas se adhiere a la uva y es difícil desprenderlo y pasa a los lagares dando al vino un gusto un tanto amargo. Según sea el estado del fruto, se producen inconvenientes en la fermentación y las levaduras no actúan con plenitud. Las especies más sensibles son las malbeck, verdot, barberá d'asti, pinot negra, balsemina, etc. Entre las más resistentes se encuentran las criollas, cerezas, sanjuanina, Pedro Jiménez, valency, etc. Finalmente, merma la producción y cambian los precios.<sup>122</sup>

La pérdida total fue estimada en 5000 millones de pesos m/n, de los cuales unos 2.000 millones correspondieron a la zona de San Rafael.

Por diversas vías se solicitó que Mendoza fuera declarada zona de emergencia. Las reparticiones públicas autorizaron una licencia extraordinaria para el personal que estuviera dispuesto a participar en la cosecha e igual medida se solicitó a las fuerzas armadas.

El ritmo febril de Mendoza en épocas de cosechas con su constante ir y venir de camiones que transportan uva, las colas de vehículos, los problemas del tránsito, etc., alcanzaron un nivel extraordinario. Frente a ciertas bodegas de San Rafael, hasta 160 camiones esperaban turno para descargar el producto rescatado de las viñas.

En cuanto a las fuentes de trabajo, la "industria de la alimentación fue la que recibió el más serio impacto, al suspender la elaboración de hortalizas casi totalmente. La tarea quedó limitada

<sup>122</sup> LOS ANDES, *Una cosecha tardía acentuaría los efectos causados por el fenómeno*, Mendoza, 30-III-64.

al poco tomate traído de otras zonas para cumplir planes de elaboración parcial. En el Sindicato de la Alimentación se nos informó que 3.000 operarios en San Rafael y 1.500 de General Alvear perdieron de trabajar unos 45 días. Este hecho privó a esos 4.500 operarios de percibir una retribución global de 50 millones de pesos, suma de dinero que tiene especial repercusión en el bienestar social de muchos trabajadores".<sup>123</sup>

Lamentablemente ésta no es la única catástrofe que ha registrado la agricultura mendocina a causa de las heladas. Para San Carlos se pueden citar algunas como las del 6 de febrero de 1913 y 23 de diciembre de 1929. El 18 de febrero y el 9 de diciembre se han registrado temperaturas de 3° bajo cero.

#### *Clima y posibilidades agrícolas*

No obstante todos los quebrantos producidos por el clima, Mendoza no solo se repone rápidamente de ellos, sino que aumenta día a día su potencial económico basado en la explotación agraria de su tierra, gracias, precisamente, a otras virtudes de su clima y las aguas que suministra el riego, unido al espíritu de sacrificio y laboriosidad de sus habitantes.

Entre las condiciones climáticas que favorecen a Mendoza, es necesario destacar sus "valores térmicos, la intensidad de la luz solar, su reducida nubosidad, sus vientos moderados y de escasa fuerza en gran parte del año, y el bajo porcentaje de humedad relativa de la atmósfera. Estos factores contribuyen de manera muy propicia a la buena marcha de los cultivos y a la obtención de los mayores rendimientos".<sup>124</sup>

Lamentablemente, para las heladas, como para otros tipos de flagelos, Mendoza no tiene ninguna clase de seguro. En cuanto a los medios de defensa, existen muchos métodos eficientes pero prácticamente no se realiza ninguna en forma científica y orgánica.

Existe un proyecto de realizar una *Operación Helada*, pero hasta hoy solo ha dado lugar a un voluminoso expediente sin alcances prácticos de ninguna especie. Es lamentable esta situación por cuanto la helada no presenta las dificultades del granizo.

<sup>123</sup> Los ANDES, *Pasarán de 2.000 millones las pérdidas provocadas por la helada*, San Rafael, 21-IV-64.

<sup>124</sup> INTA, *Informe agropecuario de la provincia de Mendoza*, Separata N° 140, Bs. As., 1959, p. 10.

El ingeniero Juan Jacinto Burgos, en su obra *Las Heladas en la Argentina*, ha realizado un prolijo estudio de este problema y expuesto sobre todo los métodos de defensa posible, tales como el calentamiento y ventilación artificial, enturbiamiento del aire, riego, mejoramiento de las condiciones micrometeorológicas, etc., a cuya lectura remitimos a los interesados.

Nuestros agricultores, fuera de algún ensayo con ventiladores y la reciente difusión limitada de los calefactores, defienden sus cultivos quemando combustibles que la misma viña provee. Son muy típicas en el paisaje mendocino las grandes acumulaciones de "sarmientos" o productos de la poda de la viña, que el agricultor conserva para usos del hogar y para la defensa de los cultivos ante peligro de helada.

Sería de desear que los agricultores, frente a la impasibilidad de los organismos del estado, se agruparan en cooperativas u otros tipos de organizaciones, y propiciaran una gran campaña de investigación sobre el fenómeno de las heladas, se difundieran los métodos de defensa y posibilitara la adquisición de los materiales técnicos necesarios, más prácticos, aunque menos económicos, que los "sarmientos".

## CAP. X. — EL VIENTO ZONDA

Las planicies mendocinas, contrariamente a la montaña, tienen vientos muy moderados, tanto por la frecuencia como por la velocidad.

El término medio de calmas para toda la planicie alcanza a 350 ‰ y la velocidad media a 7 km. Estos valores son inferiores a los de la ciudad de Buenos Aires, donde las calmas alcanzan tan solo al 60 ‰ y la velocidad media es de 10 km; en Mar del Plata los valores son de 47 ‰ y 13 km; y en Córdoba de 281 ‰ y 8 km.

De acuerdo con la estadística de vientos correspondiente al período 1941-1960 —excepto Malargüe para la cual se han tomado los valores del período 1941-50 y San Rafael, 1951-60— el mayor porcentaje de calmas se registra en la localidad malargüeina (Fig. 170) con 515 ‰. De todos modos, estimamos que Malargüe no es suficientemente representativa de los vientos en el SW y que responde tan solo a una situación local muy estrecha. El menor porcentaje de calmas corresponde al E de la provincia. En cuanto a la velocidad media, si se exceptúa Alvear, con 10 km, en el resto de las localidades varía entre 5 y 7 km.

Dentro de este panorama de vientos moderados, se destaca claramente, por su violencia y sus consecuencias, no obstante su escasa frecuencia, el Zonda.

A pesar de su importancia climática y sus efectos físicos, biológicos y humanos, este viento local no ha sido objeto de mayor atención, salvo los estudios efectuados por el Dr. Walter Georgii. De aquí que en el país y, con más razón en el extranjero, no se lo interprete debidamente y se lo confunda con los vientos cálidos del norte.

No es raro encontrar autores de textos argentinos que creen que el Zonda es un viento que sopla desde el norte y se calienta al pasar por las Salinas Grandes de Córdoba. En el *Diccionario de*

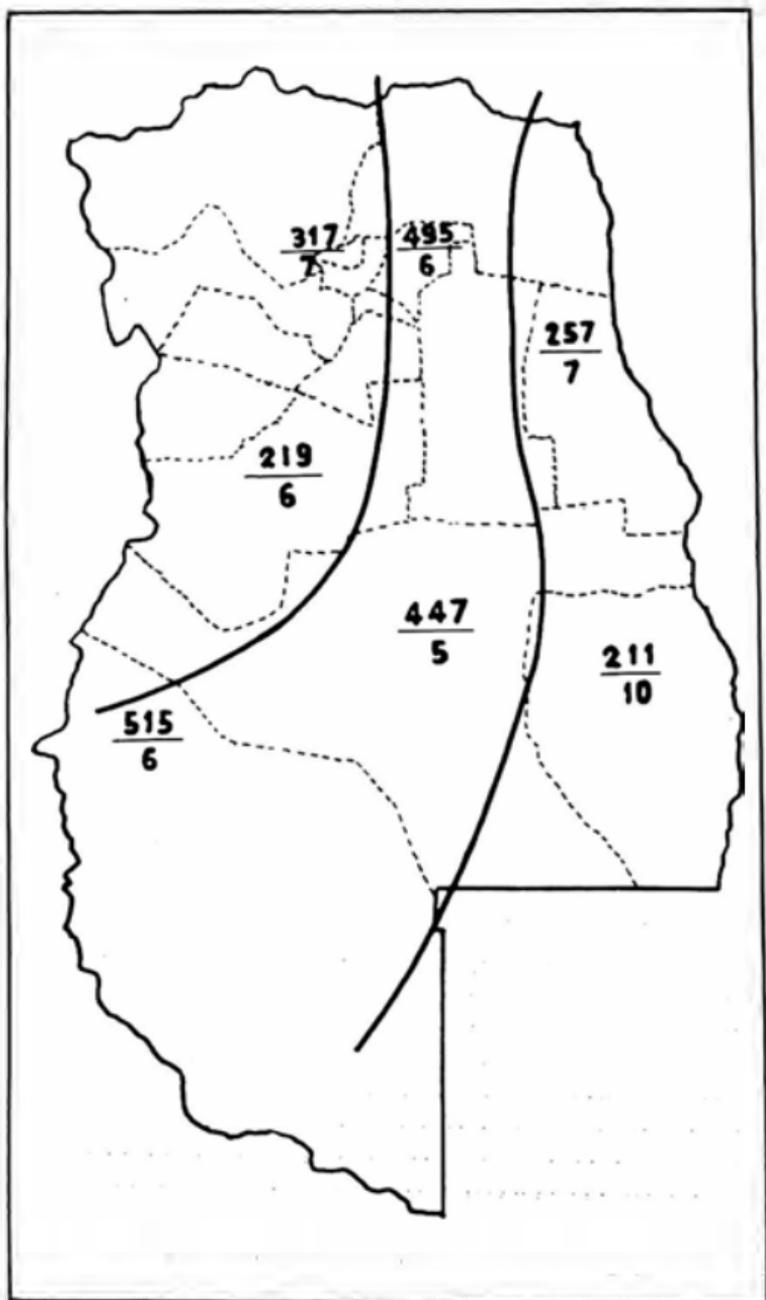


FIG. 170 — Frecuencia y velocidad media del viento.

*Geología y ciencias afines*, editado por Labor,<sup>125</sup> es definido como "viento del norte en la falda de los Andes". Para Austin Miller, conocido climatólogo, "La zonda, de la Argentina es un viento caliente y húmedo que deja muy postrado al hombre y le hace fácil presa de diversas enfermedades".<sup>126</sup>

Aun en el mismo Mendoza hay quienes creen que el Zonda es un viento que se genera exclusivamente en la quebrada del mismo nombre, en la vecina provincia de San Juan.

En realidad, es uno de los tantos miembros de la larga familia de los foehn, que soplan en distintas partes del mundo. Los encontramos en los Alpes, con el nombre de Foehn y con otras denominaciones locales en el Cáucaso, Himalaya, Stanovoi, Escandinavia, Groenlandia, Alaska, las Rocallosas, los Andes, Neozelandia, etc., con caracteres semejantes.

### *El foehn en Argentina*

Es creencia muy generalizada que el Zonda es un viento exclusivo de San Juan y Mendoza; algunos, todavía le fijan un lugar preciso de nacimiento ubicado en la quebrada sanjuanina de la cual toma su nombre. Esta quebrada sería una especie de gran cuerno de cuyo interior se derramaría en abanico cubriendo a la ciudad de San Juan y a veces a Mendoza. Sin embargo, ni ésta es la fuente, ni el descrito su ámbito en el país.

El foehn en nuestro país se registra a lo largo de todos los Andes. En cuanto a Tierra del Fuego, si bien no poseemos datos concretos, hemos podido observar fotos de las montañas con nubes del tipo alto-cúmulos lenticulares en sus cumbres que revelan la presencia de los vientos que nos preocupan, claro está, con las limitaciones apuntadas para los Andes patagónicos, por Knoche y Borzacov, según los cuales las corrientes atmosféricas foéhnicas del oeste para toda la Patagonia, son un fenómeno continuo durante todo el año. "Pero como el pasaje del aire se efectúa sobre una cordillera húmeda, el efecto al pie de esta cordillera, especialmente en su frente oriental boscoso y lleno de lagos, en su sentido bio-

<sup>125</sup> NOVO, P. y CHICARRO, F., *Diccionario de Geología y Ciencias afines*, Barcelona, Ed. Labor, 1957.

<sup>126</sup> MILLER, A. A., *Climatología*, Versión española de Israel Antich, según la sexta edición inglesa; Barcelona, Omega, 1951.

lógico, aparentemente no ejerce la misma influencia que el de las provincias del norte".<sup>127</sup>

Hacia el N, prescindiendo de San Juan, donde el Zonda se presenta muy típico y no deja lugar a equivocaciones, parece ser que este viento no siempre es bien interpretado. El Ing. Roig, dice respecto de Catamarca: "Por lo visto la mayor frecuencia de los vientos corresponde a la orientación oeste, tratándose seguramente de vientos de tipo zonda. Es interesante hacer notar el concepto popular que se tiene de los zondas en esta zona, que coincide con el criterio científico actual, y han generalizado la palabra zonda a los vientos fríos en la misma cordillera. Así pude recoger las siguientes expresiones: *para este tiempo ya empieza a zondear y no se puede ir para arriba, o si les corre zonda van a tener mucho frío*".<sup>128</sup> Es decir, como en Mendoza, en Catamarca el viento es caliente en las tierras bajas y frío en la alta montaña.

Respecto de Tinogasta (Catamarca) dice Ana Palese de Torres: "Si durante los meses de estío es característico el viento procedente del Sur, en invierno en cambio es infalible la presencia del Zonda. Sopla de norte a sur conforme a la dirección del valle. Es cálido, seco y enervante; es de violencia creciente, levanta a su paso el polvillo y satura con él el ambiente; y para emplear la expresión del lugareño, no sólo *empulca* los cerros, sino todo lo que encuentra a su paso: los árboles, las matas, los cultivos, los animales y las gentes.

"Su carácter es netamente de foehn, pues bajando de las regiones cordilleranas situadas sobre los 4.000 m y de las regiones de la Puna es seco y frío, se calienta por compresión adiabática a medida que desciende alcanzando temperaturas y violencia notables."<sup>129</sup>

Según dice el doctor Antonio Aguilar, "Suele confundirse frecuentemente el zonda con el viento norte y hasta se ha llegado a decir que no es sino una variante del mismo".

Nos apresuramos a decir que eso es inexacto. El zonda es un viento local y semejante a otros vientos locales que hay repartidos

<sup>127</sup> KNOCHE, W. y BOZACOV, V., *Viento*, en "Geografía de la República Argentina", t. V, Buenos Aires, GAEA, 1946, p. 108.

<sup>128</sup> ROIG, F. A., *Contribución al conocimiento de la zona del Ojo del Salado (Catamarca)*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. II, N° 9, Mendoza, Instituto de Geografía, 1950, p. 319-336.

<sup>129</sup> TORRES, A. P. DE, *El valle de Tinogasta*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. III, N° 13, Mendoza, Instituto de Geografía, 1956, p. 181-227

en la tierra; con modalidades propias de esta región como ya hemos tenido ocasión de anotar.

Se parecen en algunos caracteres, ambos son calientes y secos pero se diferencian fundamentalmente en otros aspectos: la dirección del Zonda es de oeste a este, la del Norte, de N a S, o del NE a SW; el Norte es continuo, a veces durante días, el zonda dura solo un día aunque pueda repetir al siguiente; el Norte nunca es huracanado, el Zonda muchas veces; el Norte reduce la humedad a menos del 20 %, el Zonda solo a un 50 %; el Norte es uniforme en sus efectos para todos los seres, es persistente, lento, quemante para la vegetación, eleva la temperatura a más de 40°, es muy mortífero; el Zonda solo molesta a algunas personas y produce bienestar a otros. Pueden estar asociados y uno puede seguir al otro, a veces es muy difícil su diferenciación.<sup>130</sup>

Si bien es cierto que el Dr. Aguilar ha llamado justamente la atención sobre las diferencias de ambos vientos, sus apreciaciones no son todas exactas. El caso más evidente es el de la humedad. El Zonda puede hacer descender la humedad, al menos en Mendoza, por debajo del 7 %. Además, el viento del Norte puede acarrear humedad desde muy lejos, mientras que el Zonda llega siempre, indefectiblemente, muy seco.

Otros tipos de Zonda han sido señalados para las sierras de Córdoba, por Walter Georgii.

### *El Zonda mendocino*

Hace ya muchos años, Gualterio Davis hizo apreciaciones sobre el Zonda. "Toda la región andina —escribió en 1910— está azotada por el terrible *Zonda*, viento del norte o noroeste, seco y ardiente, que quema la vegetación y a veces hace la respiración dificultosa. Este viento sopla con más frecuencia en la primavera; por lo general, no dura más que algunas horas, calmándose con la puesta del Sol, pero ha habido casos en que se prolonga por dos días, soplando con la violencia del huracán. Al Zonda sigue el viento refrescante del sur, que produce una caída rápida de la temperatura que restablece el equilibrio atmosférico".<sup>131</sup>

<sup>130</sup> AGUILAR, A., *Meteoropatología. San Juan, el Zondo*, San Juan, 1961, p. 51-52.

<sup>131</sup> DAVIS, G., *Clima de la República Argentina*, Buenos Aires, 1910.

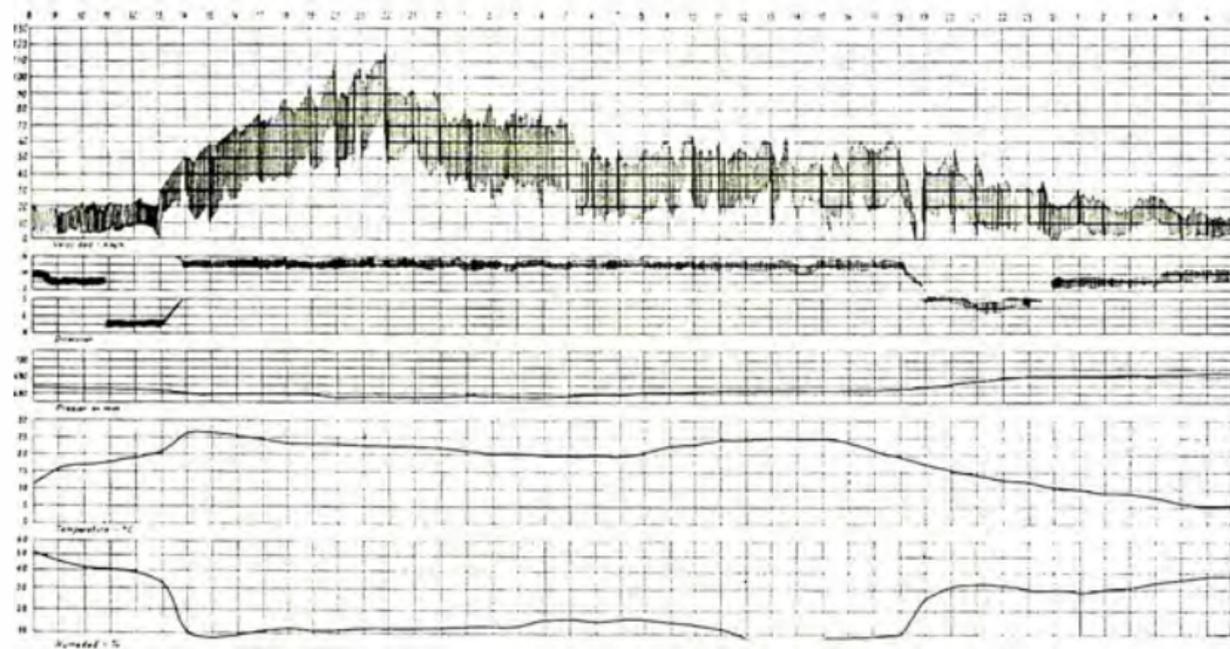
Si bien sus observaciones no son rigurosamente exactas ni completas, se parecen bastante a la realidad, según vamos a tratar de dar cuenta y tienen, además, el mérito de ser las primeras referencias, al menos por nosotros conocidas.

La ciudad de Mendoza, y en general todas las planicies mendocinas, especialmente las de piedemonte, presentan condiciones favorables para ser azotadas por frecuentes vientos Zonda. En la extremidad norte de la provincia se encuentra a sotavento de la precordillera, que con sus 3.200 m término medio, se antepone a la cordillera principal y frontal cuyas alturas casi alcanzan los 7.000 m. En el resto del territorio provincial, las planicies se extienden hacia el este a continuación de la misma cordillera de los Andes

Según estadísticas correspondientes al período 1901-1939, el Zonda puede soplar en cualquier época del año, pero la mayor frecuencia corresponde a los meses que van de mayo a octubre. Los de menor frecuencia son los de febrero-abril. La época más propicia, sin duda, corresponde a junio-setiembre. Los dos meses de frecuencia promedio y porcentajes más elevados corresponden a setiembre y agosto sin pasar de 0,8 y 0,9, y representan sobre el total anual, el 18 y 16 %, respectivamente. Pueden registrarse años en que en ningún mes se haga presente el Zonda, como ocurrió en 1901 y 1920. Contrariamente, hay años de vientos muy frecuentes, como en 1912 y 1914, en que se registraron en 11 y 10 oportunidades, respectivamente.

Los empujes de los anticiclones del Pacífico determinan una acumulación de aire ante la cordillera, que se resuelve por el paso del mismo hacia el oriente con precipitaciones de nieve en las altas cumbres. Podemos suponer que el paso se efectúa a la latitud de Cristo Redentor, a más o menos 4.000 m de altura s/nm y que el aire arranca desde el nivel del mar, húmedo y con una temperatura de 16°. En su ascenso de 4.000 m pierde 25°, según adiabática húmeda, con lo que llega a las cumbres con 12 grados bajo cero, que es la temperatura con que generalmente descarga su humedad en forma de nieve en Cristo Redentor. Además produce precipitaciones en territorio chileno que, como sabemos, predominan en invierno. A partir de Cristo Redentor inicia el descenso hasta arribar a nuestra ciudad, que se encuentra a 800 m s/nm, por lo que sufre un calentamiento de 32° llegando con 22° y muy seco.

La descripción del proceso pone en claro que se trata de un



For. 15 — Registro de un viento Zonda.



For. 16 — Nubes de Zonda: altos cúmulos lenticulares.

viento descendente. Este descenso se hace lentamente y en la medida en que el Zonda logra desalojar al aire frío de la llanura pedemontana. Puede soplar durante varios días en altura antes de concretarse en superficie y aun cesar sin haber llegado a ésta. Ello se hace evidente por la transparencia de la atmósfera, la elevada temperatura, la sequedad del aire a oriente y al filo mismo de la precordillera. Además se observa la presencia de un manto de nubes sobre la precordillera y los clásicos altos cúmulos lenticulares. En la alta cordillera se registran precipitaciones de nieve. Hemos podido observar, en algunas ocasiones, que puede entablarse una verdadera lucha entre el viento fresco del sud y el Zonda que puja por desalojarlo. Ésta se hace evidente por la alternancia de rachas de viento de distintas características físicas.

Sí el Zonda logra desalojar al viento frío de las capas inferiores de la atmósfera, irrumpe violentamente, a cualquier hora del día, levantando torbellinos de polvo que acortan sensiblemente la visibilidad en superficie mientras que más arriba la atmósfera adquiere notable transparencia.

El Zonda cesa por redistribución del campo bórico o cuando el aire acumulado en el frente chileno de los Andes se desplaza hacia el sud e irrumpe por pasos más bajos que le permiten in-

gresar a la provincia como viento frío y más húmedo. Esto explica, en parte, la sustitución del cálido y seco Zonda por aire frío y más húmedo del sud, cosa que no siempre ocurre.

La dirección predominante es la del NW, aunque puede soplar del W y del SW. Suele adquirir singular violencia y ha registrado valores superiores a los 110 km por hora. Su intensidad es proporcional al gradiente bórico.

Los cambios de temperatura ocasionados son muy amplios. Tomamos al azar un dato, correspondiente a un mes de setiembre en que la temperatura mínima era de 8,9° a las 7.55 y el viento Zonda la elevó, a las 15.45, a 32,7; es decir, un ascenso de 23,8°. La humedad relativa acusa descensos muy pronunciados en pocas horas y a veces minutos, pudiendo caer de 70 % a 7 % en tres cuartos de hora. La presión desciende hasta la entrada del Zonda. El valor crítico para Mendoza, término medio, parece ser de 682 mm. Con la irrupción del viento la presión comienza a subir, al igual que la temperatura, mientras la humedad desciende. La evaporación, medida en tanques, puede alcanzar, en pocas horas, a más de 30 cm.

En suma, se producen aumentos térmicos hasta de 18°, como ocurrió el 28 de agosto de 1915 en que la temperatura, que a las 7 era de 6°, ascendió a 24 mientras la humedad relativa bajaba de 61 % a 11 %, con Zonda del NW. El 24 de mayo de 1934 la humedad relativa descendió, en 4 horas, de 93 % a 11 %, es decir, un descenso de 82 %.

En cuanto al porcentaje de direcciones, el mayor corresponde al NW con 76 %. La velocidad promedio es de 37 km por hora, la máxima registrada de 112, y la mínima de 16 km/h.

En los registros adjuntos, correspondientes a un anemocinómetro, un barógrafo, un termógrafo y un higrógrafo, pueden analizarse otros rasgos del Zonda en Mendoza (Fot. 15).

En superficie, en el ámbito de la ciudad, se advierten multitudes de microsistemas de circulación. Las hojas se acumulan en las veredas que miran al sud y este. En menor cantidad lo hacen en las proximidades de las esquinas, zaguanes y casas con verjas a la calle.

Pueden seguirle precipitaciones, incluso de nieve, con lo que el aire adquiere caracteres reconfortantes. Cuando cesa sin tales cambios, suele dejar sensación de angustia y pesadez en algunos espíritus.

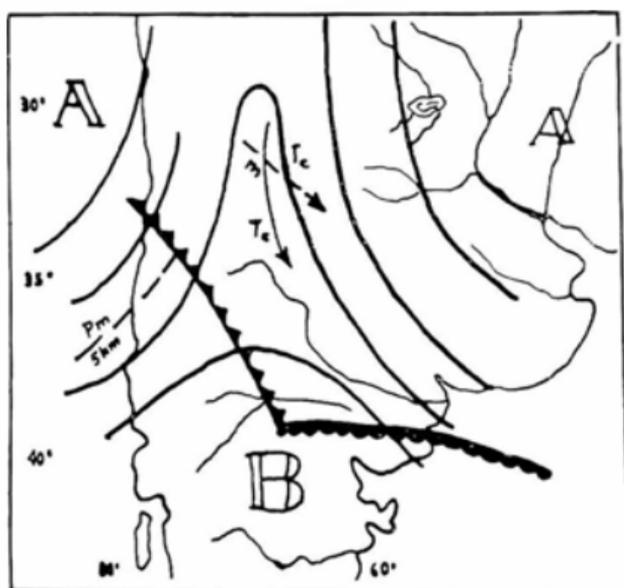


FIG. 171 — Situación típica de Zonda, según W. Georgii.

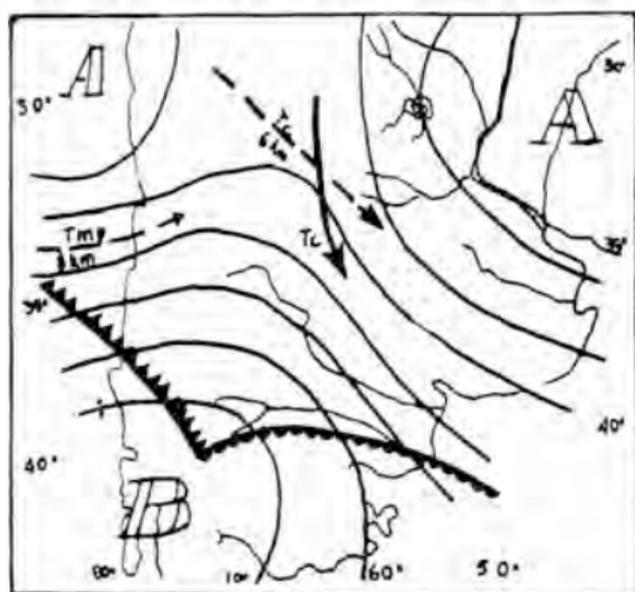


FIG. 172 — Estado más avanzada de la situación de Zonda, ilustrada por la figura 171.

### *Dinámica del Zonda según Walter Georgii*

Al tratar de los estados del tiempo (Cap. II), se han indicado situaciones sinópticas típicas de viento Zonda. En adelante la dinámica de éste se explicará conforme con las conclusiones del doctor Walter Georgii, único investigador que conocemos que se dedicó a su estudio en el medio y realizó numerosos vuelos durante distintos estados de Zonda. No obstante la competencia del investigador —un especialista en vuelo a vela, lo cual supone un gran conocimiento de los movimientos de la atmósfera y los vientos— pensamos que sus conclusiones se hallan un tanto limitadas por la brevedad del tiempo (dos años) durante los cuales se dedicó al Zonda. De todas maneras, creemos que, en grandes líneas, el mecanismo ha sido descrito.

El autor tiene por típica la situación bérica que se describe a continuación (Fig. 171). El anticiclón subtropical pacífico se encuentra bastante al N, a menos de 30° de latitud. Los ciclones del Pacífico también ingresan al continente en latitud muy baja, poco más de 40° S. Del N, y hasta una altitud de 3.000 m, llega aire cálido tropical continental (Tc). Sobre los Andes sopla aire tropical pacífico (Tmp) (Fig. 173 a).

En un estado más avanzado del proceso (Fig. 172), el cambio más importante en la distribución de las presiones en superficie es el que corresponde al avance del frente frío ya dentro del territorio argentino. Sobre los Andes penetra el aire polar marítimo pacífico (Pmp), mientras que en el piedemonte sopla viento Zonda, con afluencia de aire tropical continental (Fig. 173 b).

Finalmente, el aire Mmp invade también las capas junto al suelo (Fig. 173 c).

En suma, según Georgii, el Zonda se desarrolla de acuerdo con dos fases principales, en el término aproximado de unos ocho días:

a) Fase estable, con aire tropical en todas las alturas comprendidas entre el suelo y los seis mil metros (Fig. 173 a).

b) Fase inestable, con aire tropical desde el suelo a los 3.000 m de altura y aire polar marítimo pacífico desde los 4.000 m (b).

Si bien es muy difícil interpretar a Georgii, seguiremos con sus investigaciones que, por otra parte, son las únicas hasta ahora.

Un análisis del Zonda del 27 de julio al 5 de agosto de 1944, permitió a Georgii bosquejar el desarrollo de las dos fases principales que acaban de establecerse (Fig. 174).

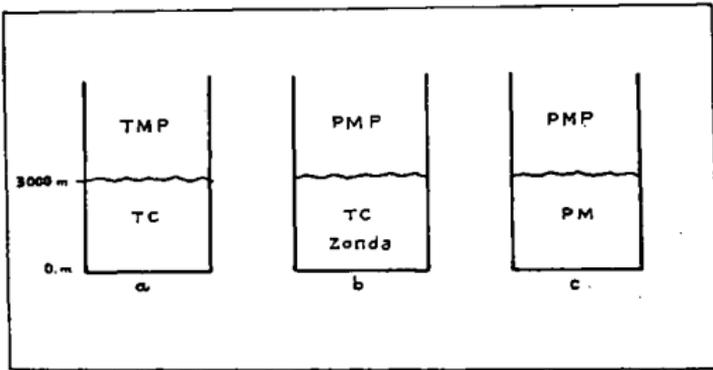


FIG. 173 -- Estructura vertical de la atmósfera en distintos momentos de una situación de Zonda.

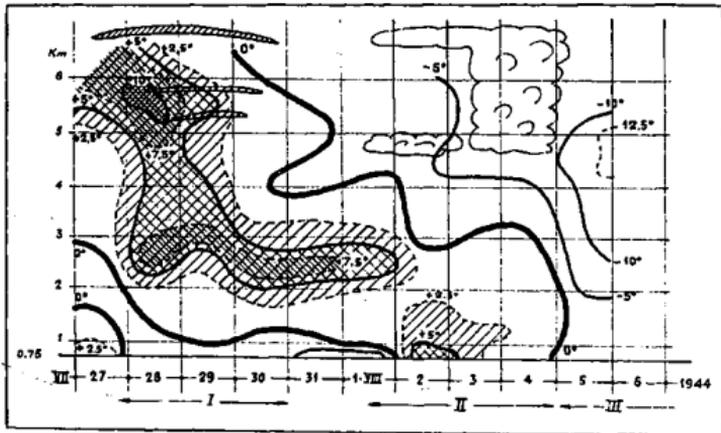


FIG. 174 -- Desarrollo de un período de Zonda, de acuerdo con sucesivas ascensiones en avión, según W. Georgii.

La fase estable corresponde a los días 27 al 29 y la inestable se inició el 30.

Durante la fase estable, el día 27 acusa temperaturas normales hasta los 5.000 m de altura; pero a partir de los 6.000 m se observa una anomalía térmica positiva que alcanza a los 7,5°. Esta anomalía térmica indica ya la existencia del viento. Es de hacer notar que Georgii denomina Zonda a todo el proceso, contrariamente al conocimiento vulgar que solo entiende por tal el instante en que el viento caliente así denominado irrumpe en la superficie del suelo.

El día 28 el Zonda ha descendido y se encuentra ya entre los 6.000 y 2.000 m de altura. Entre la superficie del suelo y el viento, aún queda aire muerto o antiguo aire polar.

En altura se observan dos capas anormalmente cálidas: una a los 3.000 m; es decir a la altura de la precordillera aproximadamente, con anomalías positivas de 7,5°. Otra se encuentra a los 5.500 m, con anomalías positivas de 12,0. Por encima de todo esto, es decir, sobre la corriente ondulatoria del Zonda, se observan sus nubes típicas, los altos cúmulos lenticulares.

En cuanto a la fase inestable comienza el día 30 con irrupción de aire polar marítimo pacífico en altura, que también inicia el enfriamiento a esos niveles. A los 3.000, o sea al nivel de la precordillera, continúa soplando Zonda, con una anomalía positiva de 7,5°. Esta situación se prolonga hasta el 1 de agosto, inclusive.

Durante los días 2 y 3 se produce el principal avance del aire frío en altura y simultáneamente irrumpe el viento caliente en superficie, comúnmente denominado Zonda, con una anomalía térmica de 5° hasta los 1.000 m y 2,5 hasta casi 2.000.

El aire frío en altura ha disuelto los altos cúmulos lenticulares y al aumentar el enfriamiento la "cordillera principal se envuelve en un manto de cumulus de los cuales se despliegan poderosas banderas de cristal de hielo hacia sotavento. En la cordillera misma cae nieve en abundancia, en parte con tiempo tormentoso. Estos chaparrones inestables de cristal de hielo de la altura que se evaporan al caer sobre la aún despejada precordillera y la prosecución

del viento cálido junto al suelo, constituye un fenómeno singular del Zonda mendocino".<sup>132</sup>

Atraída por la inestabilidad de la segunda fase, el seis ingresa una ola de frío que produce una anomalía térmica negativa de  $-10$  a  $-12^{\circ}$  en altura, entre 2.800 y 5.200 m de altitud. Además, esta ola desplaza al viento que sopla junto al suelo.

El hecho de que el Zonda de superficie pueda soplar luego de varios días de haber cesado en altura a causa de la irrupción de aire frío sobre los Andes, se explica por el enorme volumen de la cordillera y precordillera, que retarda el avance de la masa fría en superficie, la cual solo alcanza el piedemonte mendocino después de un amplio rodeo por el S y SE.<sup>133</sup>

Durante la primera fase o inestable, toda la capa de aire comprendida entre 2.500 y 6.000 m, "pertenece todavía a la subsidencia anticiclónica del aire tropical marítimo pacífico". La corriente, que llega del NW, es débil y alcanza tan solo de 10 a 20 km/h. Luego la velocidad crece hasta alcanzar los 50 km/h y la subsidencia anticiclónica se transforma en Zonda de aire tropical. Del lado chileno, a barlovento de los Andes, el cielo permanece todavía despejado o con una nubosidad escasa, "pues el aire tropical que afluye del Pacífico es estabilizado por la fría corriente de Humboldt".<sup>134</sup>

Durante la fase inestable, la masa de aire frío del SW debe traspasar la cordillera a una altura de 5.500 m, aproximadamente, antes de hacer sentir sus efectos a sotavento. Cuando esto ocurre, la cordillera se cubre de nubes hasta los 8.000 m y aun hasta los 9.000. "Al comienzo, el aire frío fluye desde el W con lentitud y escaso espesor por encima del cordón de la cordillera y principia a soplar el Zonda de aire polar sobre las faldas situadas a sotavento de la cordillera y sobre la precordillera".

Un nuevo transporte de aire polar que fluye desde el S produce una creciente del aire frío que se desborda sobre el dique de

<sup>132</sup> GEORGI, W., *Contribución a la aerología argentina*, en "Anales del Departamento de Investigaciones Científicas", t. I, Cuad. I, Mendoza, 1952, p. 1-70.

<sup>133</sup> *Ibidem*.

<sup>134</sup> GEORGI, W., *Dinámica del viento Zonda*, en "Anales del Departamento de Investigaciones Científicas", t. I, Cuad. II, Mendoza, 1953, p. 189-199.

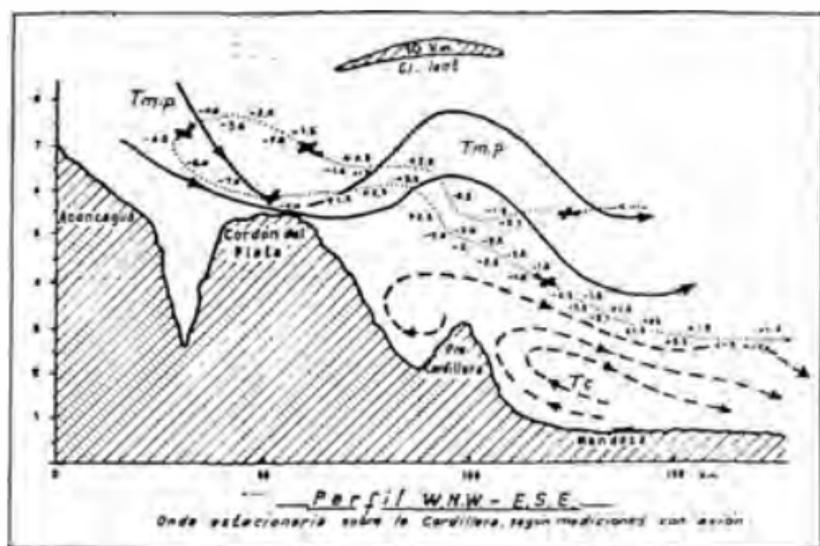


FIG. 175 — Onda estacionaria sobre la cordillera, segun mediciones con avion efectuadas por W. Georgii.

la cordillera, desplazando el frente de mal tiempo de la altura hacia la precordillera, es decir, a sotavento del macizo andino. Esta fase origina en los Andes las tormentas de nieve con vientos de hasta 100 km/h.

En la última fase el dique de la cordillera ya no alcanza a represar las masas de aire polar que chocan contra el mismo. Estas buscan un paso que se produce para Mendoza más o menos 600 km hacia el S, a través del valle de Río Negro. Desde aquí el aire frío que irrumpió en la llanura se despliega hacia el N en calidad de frente frío del suelo.

Una vez abierta esta esclusa del suelo en la represa cordillera para la libre salida del aire polar, disminuye la creciente de aire frío sobre el cordón principal. El frente de mal tiempo vuelve a replegarse hacia el W y en la precordillera principia a soplar de nuevo Zonda por encima del frente frío del suelo que avanza sobre la llanura.<sup>135</sup>

<sup>135</sup> Ibidem.

En el momento en que el aire frío del SW comienza a hacer sentir sus efectos en el piedemonte, el Zonda de aire polar con viento del W, puede llegar en superficie a los 120 km/h.

"En esta fase se observa desde la altura de la precordillera un espectáculo singular. A unos 20-30 km hacia el W y a sotavento del cordón principal, se encuentra una pared bien delimitada de intensa precipitación de nieve, que se desplaza solo muy lentamente hacia oriente o que se mantiene en una posición estacionaria. No es raro que se descarguen también tormentas en las nubes de nieve, mientras que sobre el cordón de la precordillera, situado algo más al oriente, sopla el cálido viento Zonda con tal furia, que llega a levantar piedras del suelo arrastrándolas cual municiones a través del aire, razón por la cual es imposible permanecer al descubierto. En la cordillera principal se presenta durante esta fase el temido viento blanco con tormentas de nieve."

El frente polar de la altura irrumpe hacia el E con nuevos y ulteriores transportes de aire frío hasta la precordillera que es envuelta ahora igualmente por nubes de nieve; a partir de entonces se inicia en la llanura mendocina el cálido viento Zonda, producido por el aire frío que desciende adiabáticamente recalentado cual cascada desde la precordillera.

En suma, en el ejemplo tipo del Zonda del 27 de julio al 5 de agosto, Georgii distingue los siguientes aspectos:

Altura	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fin del Zonda
	27 al 29	30 al 3	3 al 5	5
0 m	Masa de aire antiguo en reposo 5 a 10°	Masa de aire antiguo en reposo 4°	Zonda de aire antártico 12°	Aire frío en reposo 7°
3.000 m	Zonda de aire tropical 15°	Zonda de aire polar 11°	Zonda de aire antártico 5°	Masa de aire antártico -3,8°
5.000 m	Zonda de aire tropical 0°	Frente frío polar de la altura -3°	Frente frío antártico -10°	Masa de aire antártico -18,4°

Prescindiendo de ciertas variaciones —dice Georgii— de las masas de aire participantes, por las cuales puede faltar la fase del Zonda de aire tropical y de aire antártico, la mayor parte de los periodos de Zonda se desarrollan de la manera indicada.

"El Zonda de aire tropical penetra solo rara vez hasta la llanura, porque no alcanza a desplazar la capa de aire enfriada del suelo que yace a sotavento de la cordillera hasta una altura de 2.500."<sup>136</sup>

La corriente del Zonda no se desarrolla en forma sencilla, en flujos de líneas paralelas, ni como un viento descendente general, "sino que representa una corriente ondulatoria cuya amplitud se eleva como corriente ascendente a grandes alturas de la estratosfera, en parte hasta aun 25 km de altura". Esta corriente ondulatoria se distingue por los altos cúmulos lenticulares característicos del Zonda.<sup>137</sup>

La figura 175 representa los caracteres de la corriente ondulatoria en lo que Georgii llama *el esquema del Zonda*. Corresponde a la fase estable, con aire tropical marítimo pacífico en altura y tropical continental en el suelo.

En el vuelo básico mediante el cual fue determinado el esquema, el avión volaba a través de la cordillera de E a W, pero "sobre el cordón principal se halló descendencia de tal intensidad, que se tuvo que abandonar la cordillera antes de llegar al Aconcagua, porque el avión fue presionado hacia abajo en pocos minutos de la altura de 7,9 a 5,5 km, a pesar de funcionar los motores al máximo de su potencia, con sobregas y estar volando la máquina con un ángulo positivo de ataque".

La onda descendente se encontraba entre el Aconcagua y el cordón El Plata con velocidades de hasta  $-7$  m/s; la onda ascendente, con velocidades verticales de hasta  $+3,5$  m/s, hallábase directamente delante de las faldas del cordón El Plata. Se la midió entre 5,8 y 6,6 km. Sobre ella descansaba aproximadamente a 10 km de altura la nube ondulatoria lenticular. Por encima de la llanura, entre 4,5 y 5,8 km, soplabo otra vez viento descendente. Luego, entre 3,2 y 3,6 km se sucedían estrechas zonas de ascendencia y descendencia que eran posiblemente ondas de gravitación de la inversión del Zonda. En el espacio de vuelo medido falta la precordillera, que se encuentra ubicada más al N, delante del cordón principal.

<sup>136</sup> Ibidem.

<sup>137</sup> GEORGII, W., *El Zonda mendocino según zondos realizados con avión*, en "Actas de la XV Semana de Geografía", Mendoza, Instituto de Geografía, 1951, p. 403-415.

Otra medición de la onda estacionaria fue llevada a cabo con el avión Avro-Lincoln el 10-8-51 sobre la sierra del Tontal de la precordillera sanjuanina. Durante este vuelo se pudieron medir velocidades ascendentes de 15 m/s en una altura de 6,5 km. La descendencia de la onda que se encontró sobre el valle de Uspallata y sobre el río Mendoza ascendió a su vez, a  $-4$  y hasta  $-5$  m/s.<sup>138</sup>

En cuanto a la fase inestable es muy difícil efectuar mediciones debido a la extremada rafagosidad del aire.

Hasta los 3.000 m se registró, al igual que para la fase estable, y hasta 50 km de distancia de la precordillera, en general, descendencia de aproximadamente  $-3$  m/s. Arriba de este nivel, se encontraba la capa de mezcla del aire superior frío e inferior caliente: la rafagosidad era extremadamente grande entre 3.400 y 4.500 m. A los 4.000 m de altitud se produjeron movimientos de aire ascendente y descendentes de más o menos 5 m/s. En la altura máxima de ascenso del avión la rafagosidad era tan grande que el aparato fue presionado hacia abajo en tirabuzón involuntario tres veces, por lo cual se debió interrumpir el vuelo. Ascensos posteriores dieron resultados semejantes a los que acaban de describirse.

En general, la fase inestable del Zonda representa, pues, un cuadro de corrientes en el cual impera hasta 3,0 km de altura la corriente descendente del Zonda precordillerano y por encima de la misma, entre el aire inferior caliente y superior frío, los torbellinos verticales de la capa de mezcla inestable.<sup>139</sup>

Una última observación debemos a Georgii; el Zonda guarda relación con la doble onda diaria de presión atmosférica; es decir, con relación al comienzo y fin de este viento por irrupción de aire frío. Así, por ejemplo, el mínimo de presión de la madrugada, a las 5, da el impulso para que se lleve a cabo la irrupción de aire frío y termine el Zonda.<sup>140</sup>

Habría que poder multiplicar muchas veces las observaciones realizadas por Georgii, mediante aviones y otros elementos técnicos, para poder establecer la exactitud de sus conclusiones.

<sup>138</sup> GEORGII, W., *Contribución a la neología argentina*, cit.

<sup>139</sup> *Ibidem*.

<sup>140</sup> GEORGII, W., *Regulación del tiempo por la doble onda diaria de la presión atmosférica en Mendoza*, en "Meteoros", Año II, N° 3-4, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1952.

### *Efectos del viento Zonda*

Aunque parezca raro, los mendocinos sienten cierto orgullo por el Zonda, solo comparable por el que les ha despertado la posesión de la cumbre más alta de América, el Aconcagua. De todas maneras, declinan su orgullo ante los sanjuaninos quienes se sienten los verdaderos propietarios de este viento. Poetas y prosistas sanjuaninos le han dedicado sus mejores pensamientos, como aquellas estrofas de Manuel Pérez Leiva, que ponen de manifiesto el orgullo a que estamos aludiendo:

*"Mi San Juan; Patria del Zonda,  
carne y lumbre de su fragua,  
levadura de esta copla  
con sabor de tierra arada."*

No lo olvidaron Ricardo Rojas, Juan Pablo Echagüe, Atalívar Herrera, Antonio de la Torre, Domingo F. Sarmiento y muchos otros más entre los cuales se encuentra Alfonsina Storni.<sup>141</sup> Incluso tiene el Zonda su leyenda sanjuanina.\*

Nos hemos preocupado especialmente por los efectos del Zonda. Sin embargo, hasta ahora, no hemos podido obtener conclusiones suficientemente satisfactorias.

A falta de datos tan esenciales, la investigación se ha circunscrito a observaciones personales, informes suministrados por distintos especialistas en medicina, agronomía, etc. y también a algunos cuestionarios distribuidos entre nuestros alumnos.

<sup>141</sup> AGUILAR, A., *op. cit.*

\* Según Ventura Lloveras, citado por A. Aguilar, "El Zonda se pierde en las lejanías de los siglos y solo conocemos de éste, una leyenda cuya tradición nos dice: que se ha usado en idioma Inca y este nombre lo llevan vírgenes que estaban destinadas a mantener el fuego sagrado de sus dioses; una de esas vírgenes, seducida por un héroe guerrero de la dinastía, juntos se fugaron, tomando la cordillera del Sur por el camino del Inca y al verse perseguidos por los agentes de sus dioses, pidieron a sus hechizos, ser transformados en dos montañas del Valle de Tulum en donde pudieran permanecer unidos para siempre: ella Zonda, el Villicium y ambos enamorados no consiguieron sus soñados amores por la violencia y formidable fuerza de los miles de cóndores que los perseguían y con sus garras trazaron el profundo surco que los divide por donde corren sin cesar, desde la cumbre al valle, las aguas del río San Juan, cuyas aguas fertilizarán el valle de los metales preciosos, de las flores aromáticas, de las yerbas saludables, de los algarrobos que daban vida a las tribus más fuertes del Imperio y a quienes el Zonda templaba su espíritu de guerreros, con sus ráfagas ardientes".

La bibliografía al respecto es muy escasa. Según Knoche y Borzacov<sup>142</sup> "es sabido que este viento cálido, cuya característica es la sequedad, ejerce efectos físicos y psíquicos muy variados sobre muchas personas. Algunas veces produce una irritabilidad excesiva, intranquilidad, disminución del rendimiento del trabajo, especialmente del intelectual, aumento de la sexualidad; efectos que también tienen cierto reflejo en la criminalidad. Recientes estudios han demostrado que la causa de los efectos psicofísicos, no residen ni en el calor o en la sequedad, ni en la unipolaridad muy marcada de la electricidad atmosférica mientras soplan estos vientos, sino aparentemente en el estado coloidal. Como el Zonda está caracterizado por las cantidades de polvo que arrastra, puede ser este cambio coloidal notable el que provoque, en forma muy marcada, las influencias de un foehn en general".

Antonio Aguilar, médico sanjuanino, ha pasado revista a todos los efectos del Zonda y ha concluido que hay tres grupos de personas: 1) los que se sienten distintos en días en que sopla este viento, "notan en su cuerpo algo que no saben explicar" y son muchos a los cuales les resulta contraproducente. Ciertas enfermedades hacen su aparición o se agravan; 2) hay individuos a los cuales no les afecta, cualquiera sea su estado de salud, física o mental, y 3) los que realmente se sienten mejor.

Creemos acertada, de acuerdo a nuestras propias observaciones, las tipificaciones realizadas por Aguilar. De todas maneras, creemos prematura toda conclusión al respecto, pero también pensamos que la síntesis que sigue no se aparta fundamentalmente de la realidad.

Los efectos físicos no difieren sustancialmente de los registrados en Europa, al igual que los biológicos y humanos; sin embargo, se pueden anotar algunas diferencias.

Desde el punto de vista de la vegetación, aparte de la destrucción mecánica y otros efectos indirectos, hemos podido comprobar la muerte de elementos vegetales a causa de la absorción de la humedad por el sedimento Zonda que deja las hojas como quemadas. Adelanta, a veces, en muchos días la maduración de los frutos. En cuanto a los animales, pueden observarse estados de inquietud. Tenemos datos muy serios de animales que sufren verdaderas crisis nerviosas durante las horas de Zonda.

---

<sup>142</sup> KNOCHÉ, W. y BORZACOV, V., *op. cit.*



For. 17 — El Zonda cubre de hojas las acequias mendocinas y se producen derrames de agua.



For. 18 — El Zonda derriba árboles que, con frecuencia, producen desastres en líneas eléctricas, telefónicas, etc., y automóviles estacionados.

En cuanto a los seres humanos, los resultados, cosa que no ha sido señalada en la bibliografía consultada para otros países, son muy contradictorios. Así por ejemplo se ha destacado la pereza, el desgano, la falta de voluntad, el abatimiento espiritual y la depresión que el viento produce; sin embargo, hemos conocido personas para las cuales constituye un estimulante y los pone realmente eufóricos. Esto, por otra parte, está de acuerdo con lo dicho por Dexter, en su libro *Influencia del tiempo*:<sup>143</sup> "producen —se refiere a los vientos en general— un sensible efecto sobre los nervios, como lo indica la turbulencia de los escolares en Denver cuando soplan los fuertes vientos del sur. Parte de este malestar se debe indudable y directamente al viento, pero probablemente de más importancia son la temperatura anormalmente alta y la extrema sequedad que los acompaña. Todos sentimos el efecto de un viento fuerte y constante. Para algunas personas les sirve de estímulo. He visto a un pequeño niño, comúnmente muy tranquilo, trepar hasta la cima de un árbol cuando soplaban un viento violento y balancearse en las ramas cantando con toda la fuerza de sus pulmones. Este estímulo es probablemente benéfico durante algún tiempo, pero continuando día tras día excita a la gente y la torna de mal humor".

En cuanto al mal humor, no nos caben dudas de que muchos mendocinos o radicados en Mendoza, pueden certificarlo. Además, los que estamos acostumbrados al Zonda, lo intuimos antes de que se concrete en superficie, lo cual no es raro por cuanto, como hemos explicado, cuando tal cosa ocurre puede llevar ya varios días a escasa altura, adelantando sus efectos.

Hemos tomado la precaución de controlar nuestro consumo de agua durante los días de Zonda y hemos notado aumento; claro está que no asignamos gran valor al dato pues es posible que no hayamos podido librarnos de la sugestión o interés en que así fuera.

En cierta ocasión nos preocupamos por los hipertensos, pensando que la bajante de la presión atmosférica podía ser motivo de malestar, y recibimos el dato de un médico que nos informó que justamente el día anterior, con Zonda, había notado que algunos de sus enfermos se encontraban mejor. Otro médico nos informó que

<sup>143</sup> HUSTISCHOS, E., *Civilización y clima*, Madrid, Revista de Occidente, 1942.

notaba en los enfermos, en día de Zonda, particular nerviosidad y decaimiento.<sup>144</sup>

No sería ajena al Zonda una exacerbación de las pasiones. Se dice que en Suiza, el foehn aumenta la criminalidad. Igualmente incrementaría la actividad sexual. Alfredo Galmarini,<sup>145</sup> entre los climas psicológicos o psicopatológicos, ubica los *Climas de vientos cálidos y secos*, idealizados en los vientos fenoides, entre nosotros el Zonda. Conducen a fenómenos psíquicos intensos: impulsos sexuales que tratan de materializarse venciendo todas las trabas; psicosis propicias a formas intolerantes; desasosiego psíquico y corporal; y sentimiento de congoja. La acción intensa de estos climas, se convierten en hechos sociales engendrados por una psicosis, que requiere la sanción de códigos penales adecuados a la exacerbación provocada por los "estados de temperie" a que conducen vientos de la naturaleza citada".

Los cuestionarios llenados por las personas que gustosamente se prestaron a ello, revelan, en general, los mismos aspectos que ya han sido expuestos para el foehn europeo y argentino, además de afecciones alérgicas, etc. En estos cuestionarios tomamos la precaución de establecer si los interrogados eran nativos de Mendoza o de otra provincia argentina o si eran extranjeros; en los dos últimos casos cuál era el tiempo que llevaban residiendo y la edad de todos ellos. Tenemos la impresión, no obstante la insuficiencia de los datos, que los efectos del Zonda se hacen sentir sin distinción de edad, sexo, nacionalidad, tiempo de residencia, etc., aunque parece ser que los jóvenes lo toleran mejor.

### *Las causas de los efectos del Zonda*

Como en la generalidad de los fenómenos meteorológicos que inciden en la vida humana, en el caso del viento zonda no hay nada concluido respecto de sus verdaderas causas. Nada ha salido, hasta hoy, de la hipótesis, más aun cuando en nuestro país las investigaciones sobre el particular son escasas.

<sup>144</sup> CAPITANELLI, R. G., *El viento Zonda y sus probables efectos biológicos*, Comunicación presentada a las Segundas Jornadas de Hidrología y Climatología Médica, Cachaeta (Mendoza), 1958, inédita.

<sup>145</sup> GALMARINI, A., *Bases de un nuevo sistema de clasificación climática. Los climas humanos*, en "Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos", t. X, Buenos Aires, GAEA, 1956, p. 82.

Ignoramos si los efectos del Zonda tienen por causa la baja de presión —que es a su vez causa y no consecuencia del Zonda— el ascenso brusco de la temperatura y su sostenimiento en altos índices, el descenso de la humedad relativa, la redistribución y alteraciones de las cargas eléctricas de la atmósfera o si, finalmente, es la totalidad del fenómeno llamado Zonda y la predisposición o tolerancia al mismo según particularidades orgánico-fisiológicas y psíquicas individuales. La idea de las perturbaciones eléctricas en el campo atmosférico ha ganado importancia, incluso entre autores argentinos. En el caso del Zonda mendocino, no tenemos mayores probabilidades de hacer investigaciones de este tipo por cuanto las observaciones de electricidad atmosféricas recién se han iniciado en el Observatorio Regional. Debemos, en consecuencia, seguir pensando en aquel indeterminado o imponderable de que nos hablaba Max Sorre, que bien podría ser el estado coloidal del aire, según más recientes investigaciones, del cual se habló anteriormente.

Es de desear que un equipo de biólogos, sociólogos, psicólogos, médicos, geógrafos, etc. puedan iniciar a corta plazo una exhaustiva investigación sobre el particular.

### *Descripción de un día de Zonda*

No se aprecia integralmente un Zonda si no se lo ve en su totalidad en cuanto a sus características y efectos; por lo cual analizaremos un típico estado a través de los relatos periodísticos y nuestras propias observaciones. Para tal caso hemos elegido el registrado el día 9 de agosto de 1965.

Julio fue, en este año, un mes de Zonda, alternando con períodos de frío intenso y nevadas en cordillera, incluso en la ciudad de Mendoza, cosa poco frecuente.

El día primero comenzó con este viento, pero ya para el 5 una ola de frío invadió la provincia con ligeras nevadas en la montaña. Los días fríos se sucedieron hasta el 10, fecha en que registró la mínima temperatura de los últimos seis años, con  $-5,6$  en la ciudad de Mendoza,  $-14,0$  en Uspallata,  $-5,0$  en General Alvear, y  $-9,0$  en San Martín. El día 14 nevó en la ciudad de Mendoza, aunque ligeramente. Luego las temperaturas fueron ascendiendo hasta el 5 de agosto, fecha en la cual el tiempo puede calificarse de primaveral. "Un sol radiante lució en las horas meridianas, que elevó la

temperatura a la excepcional marca, para la estación invernal, de 21,2 grados. Ello dio la sensación de que la primavera mendocina, la alegre estación que hace fructificar las verdes viñas y vestirse de coloridas flores los árboles frutales, estaba próxima a producirse en un inesperado anticipo a su normal llegada".<sup>146</sup>

El día 8 la ciudad tuvo "una temperatura primaveral debido a la incidencia de ráfagas de viento zonda que soplaron al promediar el mediodía. Por ese motivo, la marca máxima alcanzó los 24,8° a las 15". Cabe consignar que la temperatura media del mes es de 9,9°, la máxima media de 17,0° y el record registrado es de 29,2.

"El viento, aunque no alcanzó la violencia de otras oportunidades, provocó el desprendimiento de hojas secas de los árboles de nuestra ciudad".<sup>147</sup> La presencia de éstas en los árboles es muy característica del tibio invierno mendocino. Se prolonga a veces hasta setiembre y es el Zonda quien las desprende y las esparce por todas partes provocando hechos que dan relieves estacionales muy típicos a Mendoza: embanques de acequias, columnas de humo a causa de los fuegos que se encienden para eliminar las hojas secas, etc.

El día 9 un temporal muy violento azotó a Chile en la zona sud y centro con graves daños materiales y pérdidas de vidas humanas. El mismo día se desató el Zonda que nos preocupa, y que describimos con términos del diario Los Andes.

El fuerte viento fue la causa de la muerte de un hombre, provocó heridas a varias personas y ocasionó serios daños en líneas de energía y propiedades del Gran Mendoza. La temperatura fue anormalmente alta; pero el Zonda declinó, al caer la tarde, hasta desaparecer.

"El viento comenzó a soplar a las 9.55, con una velocidad de 72 km/h; aumentó su potencia al mediodía (poco más de 100 km a las 13.21), hasta alcanzar su máxima intensidad a las 16.38 con 108 km por hora.

La temperatura máxima se registró a las 11.15 con 27,6° y la mínima a las 4.50 con 10,5°; a las 20, la temperatura era de 22 grados; había un 24 por ciento de humedad y la presión atmosférica alcanzaba los 676 mm."

<sup>146</sup> LOS ANDES, *Día primaveral fue el de ayer con una marca máxima de 21,2 grados*, 6-VIII-65.

<sup>147</sup> LOS ANDES, *Una temperatura máxima de 24,8 grados hubo ayer*, 9-VIII-65.

En cuanto a los efectos mecánicos del Zonda, un árbol cayó sobre una pared semiderruida que se derrumbó aplastando a un hombre. A las 17.30 se produjo el derrumbe de otra en Las Heras e hirió gravemente a una niña. En distintos lugares cayeron árboles sobre vehículos, provocando su destrucción y heridas a sus ocupantes. El total de árboles derribados pasó del centenar, especialmente en plaza Independencia donde el aspecto que daban la vegetación destruida y los automóviles que quedaron debajo de ella era realmente lamentable.

En distintos lugares de la ciudad volaron galpones, postes de la luz, cables de alta tensión y los barrios fueron quedando sin iluminación y sin transportes. Los servicios telefónicos fueron seriamente afectados y Mendoza quedó incomunicada por varias horas con el resto de la provincia.

Los canales y acequias de la ciudad se embancaron y las aguas salidas de los cauces habituales invadieron caminos generales, calles céntricas, etc.

También los incendios provocaron daños. En el parque General San Martín se incendiaron 75 ejemplares de palmera que guardaban entre sí apreciables distancias. En un depósito de abonos el fuego arrojó una pérdida de 500 mil pesos. En Tunuyán se incendió un campo y el fuego se propagó a un bosque de álamos provocando pérdidas por valor de 200 mil pesos. Otros incendios de menor importancia se registraron en distintos lugares de Mendoza.

El día 10, la ciudad capital presentaba un aspecto muy singular. Aparte de los mencionados detalles, se sumaron para dar fisonomía especial a la misma, las numerosas cuadrillas de distintas reparticiones que reparaban instalaciones eléctricas, limpiaban acequias, etc., todo bajo un cielo sereno, claro y aire tibio, pues el Zonda había cesado para la superficie sin la irrupción de aire frío. En verdad, solo se había replegado, en altura y hacia el W, sobre la precordillera estaba presente la típica barrera del foehn, para nosotros del Zonda.

Las amas de casa pusieron su nota en la ciudad. La tradicional limpieza y brillo de las veredas mendocinas había desaparecido bajo las hojas y tierra acumulada por el viento. En todas las calles se barría activamente, se sacudía el polvo de puertas y ventanas, y se quemaban hojas. El humo se elevó primero como multitud de columnas aisladas, pero luego se extendió por las calles disminuyendo apreciablemente la visibilidad.

Al promediar el día Mendoza había recuperado su fisonomía caracterizada por el orden y la limpieza, solo quedaba el peligro de algunos árboles tambaleantes, pero la tragedia se cernía sobre la montaña donde el Zonda aún no había cesado. La enorme cantidad de nieve acumulada en la cordillera produjo un alud y 35 víctimas en Portillo Chileno.

El temporal en altura siguió por varios días y para el 14 de agosto en Las Cuevas se habían acumulado 5 metros de nieve. En el mismo Mendoza el Zonda retornó el día 11 con una velocidad de 90 km por hora y nuevos daños.

El día 15 el tiempo dio un vuelco fundamental a causa de la irrupción de una masa de aire frío. Volvió el invierno con marcas térmicas muy bajas en toda la provincia, al igual que el resto del país, y abundante nieve en la montaña que se acumuló en enorme cantidad y generó los catastróficos aludes de Las Cuevas y Puente del Inca, que terminaron destruyendo el hotel de esta última localidad, parte de las viviendas de la villa de Las Cuevas y provocaron la pérdida de numerosas vidas. De Polvaredas hacia arriba el bloqueo fue completo y la operación de rescate de vivos y muertos sumamente difícil. Los aludes cayeron al cauce del río Las Cuevas, en esta localidad y en Inca, formaron diques e hicieron temer serios aluviones.

Lamentablemente, no existen sistemas para neutralizar al Zonda; solo cabe tomar algunas medidas de precaución para evitar desastres mayores.

Después de todo lo dicho, parecerá ridícula la observación realizada anteriormente respecto de esa especie de orgullo o satisfacción que muchos mendocinos sienten por el Zonda. Sin embargo, es necesario considerar que éstos, al igual que los sanjuaninos, saben que estos vientos en las planicies están acompañados de nevadas en la alta montaña. Nieve en la cordillera es agua para el verano, para los oasis, para los cultivos que son la base de la riqueza mendocina.

## CAP. XI. — CLIMAS LOCALES DE LA REGIÓN DE LAS PLANICIES

### CLIMAS DEL PIEDEMONTE

A causa de diversos factores geográficos, en la región de las planicies existen diferentes climas locales que por falta de datos no podemos tipificar adecuadamente.

De las estadísticas existentes y diferentes testimonios físicos y biológicos se deduce que a cada uno de los observatorios meteorológicos (Mendoza, San Carlos y Malargüe) corresponde un clima local diferente y que, en cierto modo, tipifican los rasgos fundamentales de tres secciones del piedemonte: Sección norte, central y sud, que se estudiarán en particular.

#### *Sección norte*

Para esta sección contamos con los datos de tres puestos de observación. El Observatorio Meteorológico Regional Mendoza, a los 32° 53' y 827 m s/nm, se encuentra situado sobre el glacis principal, muy próximo a la bajada o playa, en el límite mismo del semi-desierto y el borde occidental del parque General San Martín, con el cual comienza el radio urbano de la capital mendocina (Fig. 176).

A solo 20 km de la montaña, está separado de la misma por una sección longitudinal de colinas y mogotes que se levantan por encima del glacis principal y culminan a una altura uniforme de 950 m. Estas pequeñas barreras dificultan el desplazamiento del aire sobre la superficie del glacis, cuya pendiente general W-E es de 4 a 5 %. Igualmente la masa vegetal del parque General San Martín, antecedida por la edificación de la ciudad, debe producir transformaciones en las masas de aire superficiales que llegan de los cuadrantes NE y SE. Lamentablemente, los datos que disponemos no nos permiten establecer la naturaleza de las mismas.

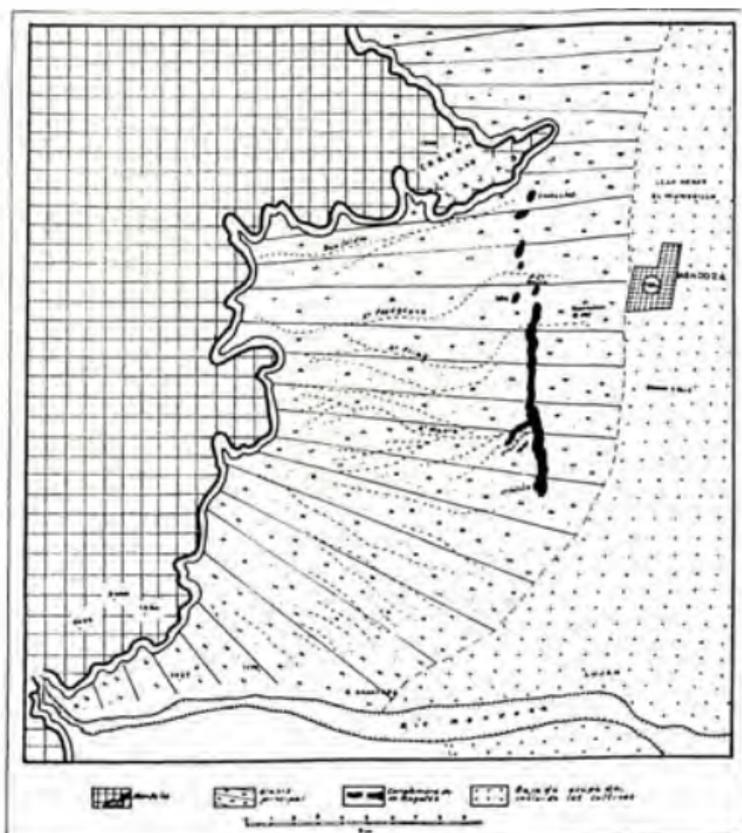


FIG. 176 — Bosquejo geomorfológico del piedemonte a la latitud de la ciudad de Mendoza.

El observatorio meteorológico de El Plumerillo se encuentra en plena playa, a  $32^{\circ} 51' S$  y 127 m más bajo que el anterior. La montaña, por intermedio del cordón de Las Lajas, cuyas alturas superan a los 1.000 m s/nm, se encuentra a solo 8 km del observatorio. El Plumerillo está ampliamente abierto al N y E, mientras que al SW y S se encuentra algo bloqueado por el Gran Mendoza y la zona de cultivos circundante. La disposición del cordón de Las Lajas favorece la incidencia del aire que se desplaza por el borde de la montaña en

sentido N-S o S-N. Toda la planicie al N y E es una extensa zona semidesértica, casi desnuda, donde son frecuentes los suelos salinos, especialmente en las proximidades de la isoyeta que envuelve el área de precipitaciones más escasas de toda la provincia. Solo algunos médanos quiebran la monotonía de esta área.

Los *valores medios anuales* evidencian igualdad de condiciones térmicas entre las dos localidades. La temperatura media anual es de 16,0° y la máxima absoluta de la década 1941-1950 es de 42,7° para Mendoza y 42,2° para El Plumerillo. En cuanto a la mínima absoluta, para el mismo período, El Plumerillo ha registrado 2,5° menos que Mendoza, es decir, -7,5°. Las precipitaciones totales de la primera alcanzan a 168,1 y la segunda 219,7 mm no obstante que El Plumerillo tiene mayor humedad. Quizás esta diferencia se pueda explicar por las alturas de las estaciones. Al respecto, como prueba de la sensibilidad de las precipitaciones a los cambios altitudinales, cabe citar la mayor frecuencia y altura de la nieve a partir de una línea que pasa solo a unos 5 km al oeste del Observatorio Regional de Mendoza.

El Plumerillo posee mayor frecuencia de calmas (614) que Mendoza (317). Por otro lado, se advierte en esta localidad un predominio de los vientos del W, SW y NE mientras que en El Plumerillo la frecuencia de los del W es muy baja. En cambio, acusa mayor frecuencia de los vientos del SE. Es probable que la elevada frecuencia de los vientos del W en Mendoza se deba a las brisas de la montaña, muy bloqueadas en el caso de El Plumerillo por la cubierta forestal.

Es evidente que para ambas localidades los vientos de mayor velocidad media son los del NW, del tipo Zonda, o sea los de menos frecuencia. La velocidad de los vientos del NE es mayor en El Plumerillo que en Mendoza, lo cual podría deberse al hecho de que la segunda está defendida por la ciudad y la masa forestal, mientras la primera está francamente abierta hacia ese rumbo. Como la velocidad media de los vientos del W es bastante elevada podría suponerse que su alta frecuencia no obedece al efecto de las brisas; sin embargo, es de hacer notar que en los cálculos generales no se distingue entre brisas y otros vientos, como los de tipo foehn, que son más violentos.

Mendoza tiene una evapotranspiración potencial anual de 782 milímetros y una precipitación de 220; arroja un déficit total de agua

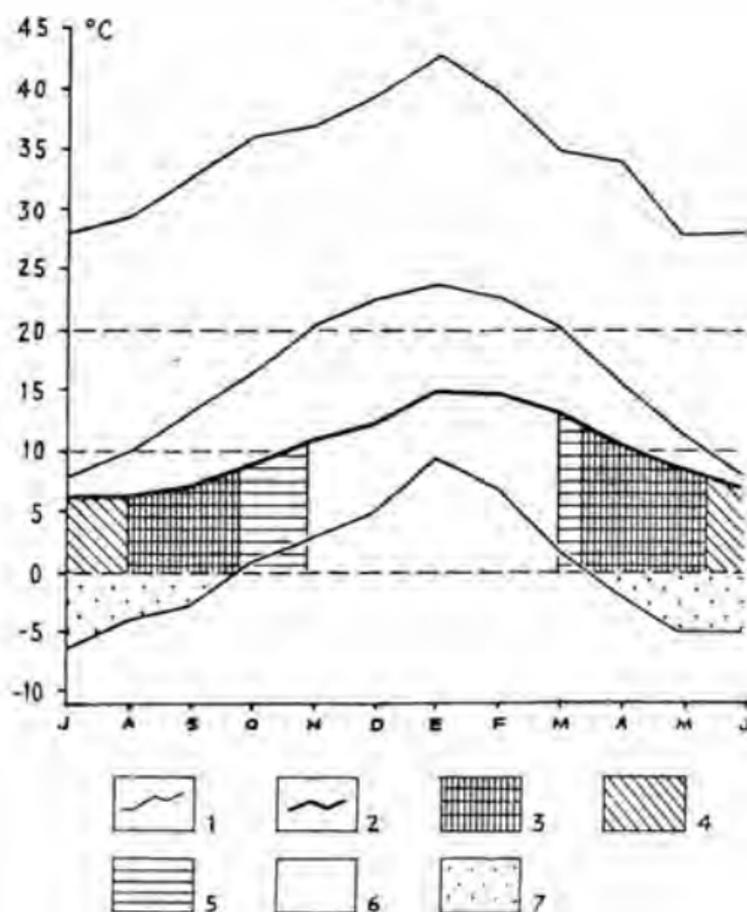


FIG. 177 - Mendoza: 1) temperaturas máximas, medias y mínimas absolutas; 2) tensión del vapor; 3) estación intermedia con heladas; 4) invierno térmico; 5) estación intermedia libre de heladas; 6) verano térmico, y 7) período con heladas.

de 562 mm. En El Plumerillo las precipitaciones son más escasas todavía (168 mm) y la evapotranspiración más alta (829) con lo cual el déficit se acentúa y alcanza a 660 mm.

En cuanto a la nubosidad, en El Plumerillo, sede del aeropuerto, hay menos días de cielo cubierto y más días de cielo claro que en Mendoza. Las nieblas son muy escasas en ambas localidades.

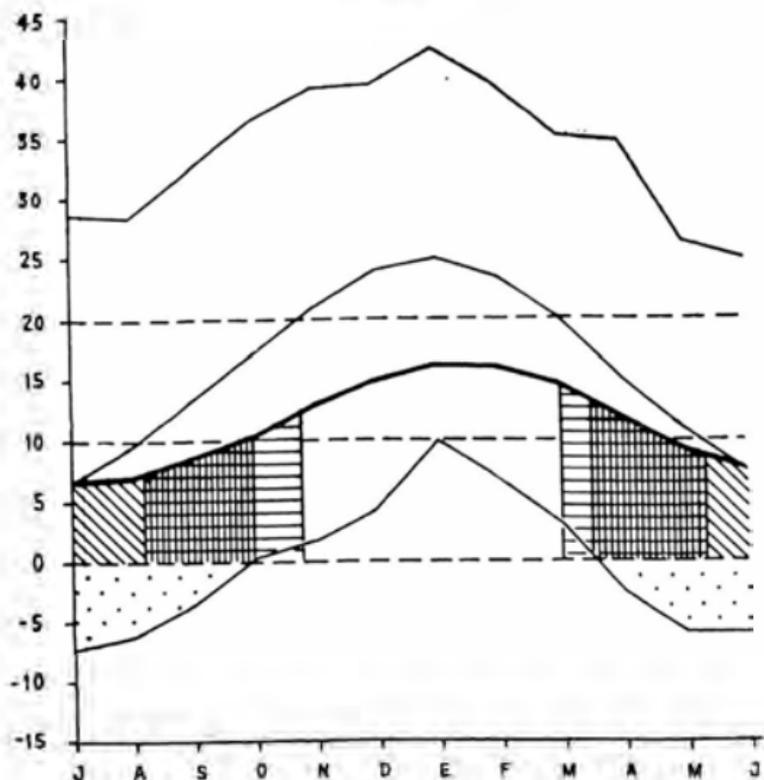


FIG. 178 - El Plumerillo.

Desde el punto de vista térmico (Fig. 177), la *primavera* en Mendoza comienza junto con agosto y termina al finalizar octubre. Desde el 25 de setiembre, aproximadamente, desaparecen las heladas.

Con esta estación se inicia un sostenido ascenso de los valores térmicos medios (10 a 20°), de las máximas absolutas (-6 a 2,5°), aumento del contenido de vapor atmosférico (6 a 10,5 mm de tensión del vapor); es decir, el clima local se vuelve menos seco, especialmente a partir de mediados de setiembre.\*

\* Los valores máximos y mínimos absolutos se refieren a *records* registrados en el período considerado e indican no lo que necesariamente tiene que ocurrir cada año, sino lo que se puede esperar con tales antecedentes.

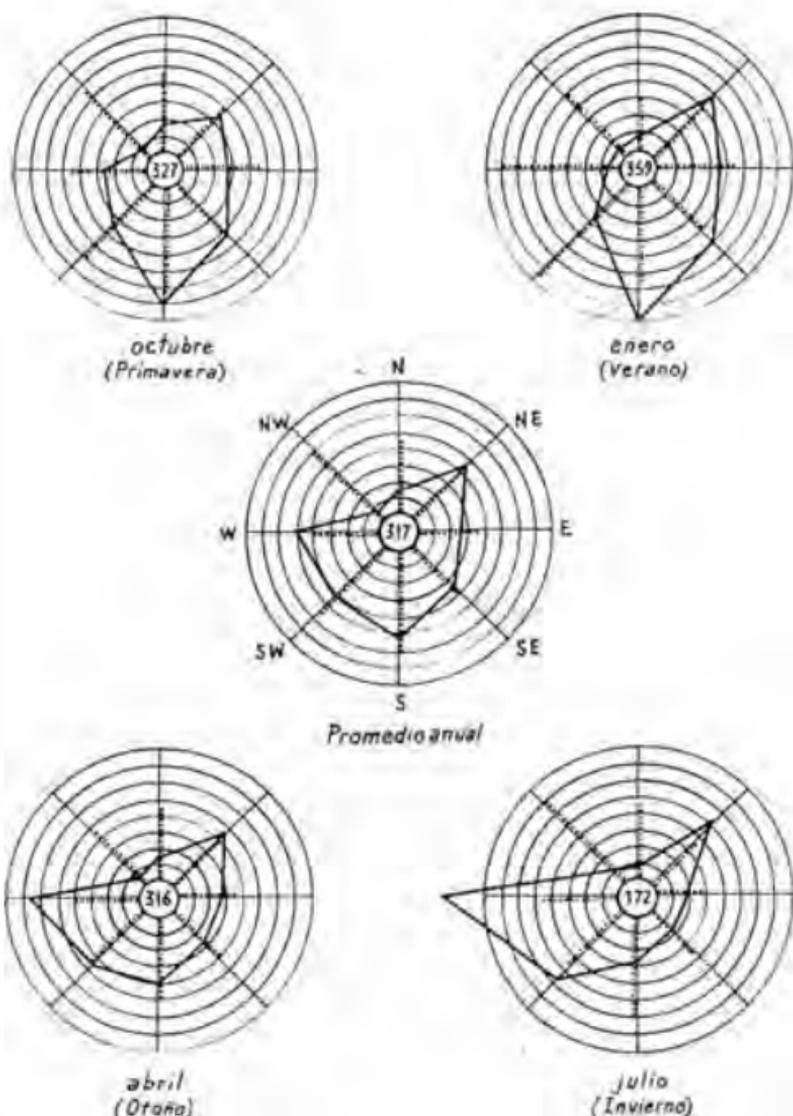


Fig. 179 — Vientos, según datos del Observatorio Regional Mendoza.

En El Plumerillo (Fig. 178) las condiciones son semejantes, aunque la primavera es más corta, pues comienza una semana después y termina un par de días antes. Además es más breve el período libre de holadas en casi diez días. Aunque la máxima alcanza  $1,5^{\circ}$  más, las mínimas son inferiores en  $0,5^{\circ}$ . También la tensión del vapor es menor que en Mendoza en  $1,5$  mm.

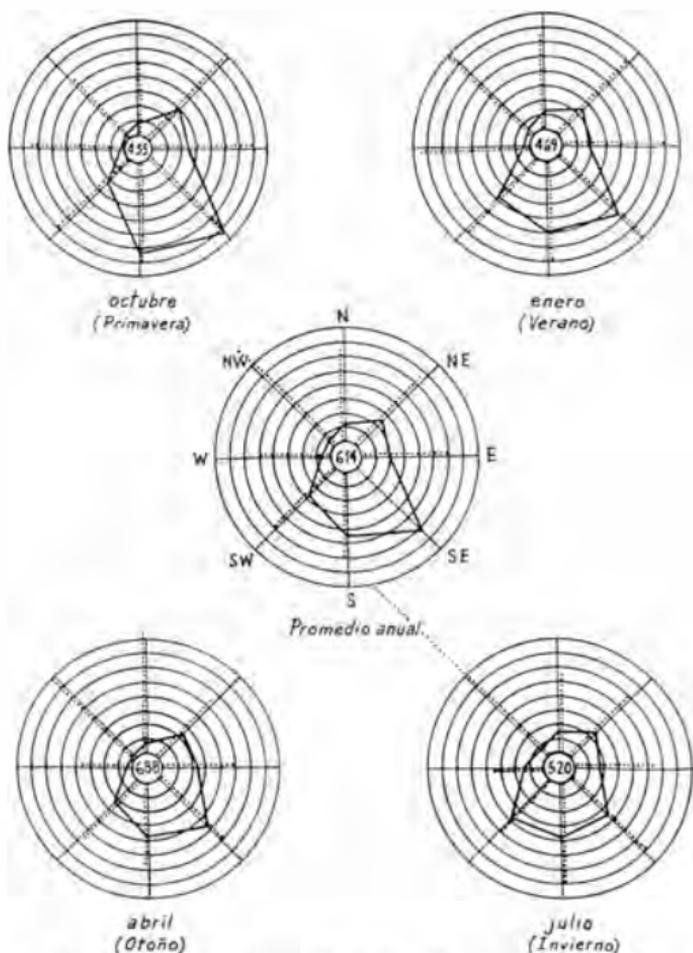


FIG. 180 — Vientos, según datos de la Estación Meteorológica El Plumerillo.

En cuanto a la frecuencia de los vientos, en Mendoza (Fig. 179) comienza el predominio de los del S y SE, más húmedos que los del W y SW, que predominan durante el invierno y el otoño. En El Plumerillo (Fig. 180) esta tendencia se manifiesta solo por una intensificación de los mencionados rumbos puesto que también son predominantes en las dos estaciones precedentes. Además, los vien-

tos de El Plumerillo se caracterizan por la semejanza de intensidad en todos los rumbos y por la mayor fuerza que los de Mendoza. En esta localidad los vientos más intensos soplan del S y en ambas localidades adquieren singular violencia los del NW; es decir, el Zonda. El número de calmas es mayor en El Plumerillo que en Mendoza.

El régimen de precipitaciones presenta en Mendoza dos máximas: una de verano y otra de primavera. Esta es inferior a la primera (Fig. 181).

La máxima de primavera coincide con el mes de octubre (27 milímetros) y con la mayor frecuencia de lluvias, una intensidad alta y numerosos días de cielo cubierto. Es de hacer notar que el comienzo de la primavera se caracteriza por escasa frecuencia de precipitaciones pero con una intensidad que llega casi al máximo anual, coincidiendo con el mayor número de días de cielo cubierto de la estación.

En El Plumerillo (Fig. 182) la marcha de estos fenómenos es distinta. La frecuencia y la intensidad de las precipitaciones va creciendo hasta octubre, mes durante el cual alcanza el máximo de la estación, mientras la frecuencia de días de cielo claro y cubiertos se mantienen uniformes. Coincide El Plumerillo con Mendoza en el momento de producción de las máximas precipitaciones; es decir, octubre (25 mm) y casi en el volumen total. En ambas localidades coincide el mes de máximas precipitaciones con el de desaparición del peligro de heladas. Es evidente, por otra parte, que el número de días de cielo claro es mayor en El Plumerillo y que el efecto orográfico debe jugar un papel importante sobre este aspecto del clima local.

El aumento de frecuencia de días claros, los ascensos térmicos y la mayor frecuencia de vientos determina un aumento de la evapotranspiración en Mendoza, que las mayores precipitaciones primaverales no compensan. Mientras las precipitaciones pasan de 9 a 27 mm, la evapotranspiración aumenta de 25 a 60. En consecuencia, durante el mes de mayores lluvias (27 mm), se produce el mayor déficit de agua de la estación, con 33 mm. En El Plumerillo el balance es semejante. Frente a 25 mm de lluvia se produce una evapotranspiración de 77 mm, lo cual arroja un déficit de agua de 52 mm.

En setiembre comienzan las tormentas eléctricas y también las granizadas en ambas localidades, aunque la frecuencia es muy baja e, incluso, pueden faltar en ciertos meses, en distintos años.

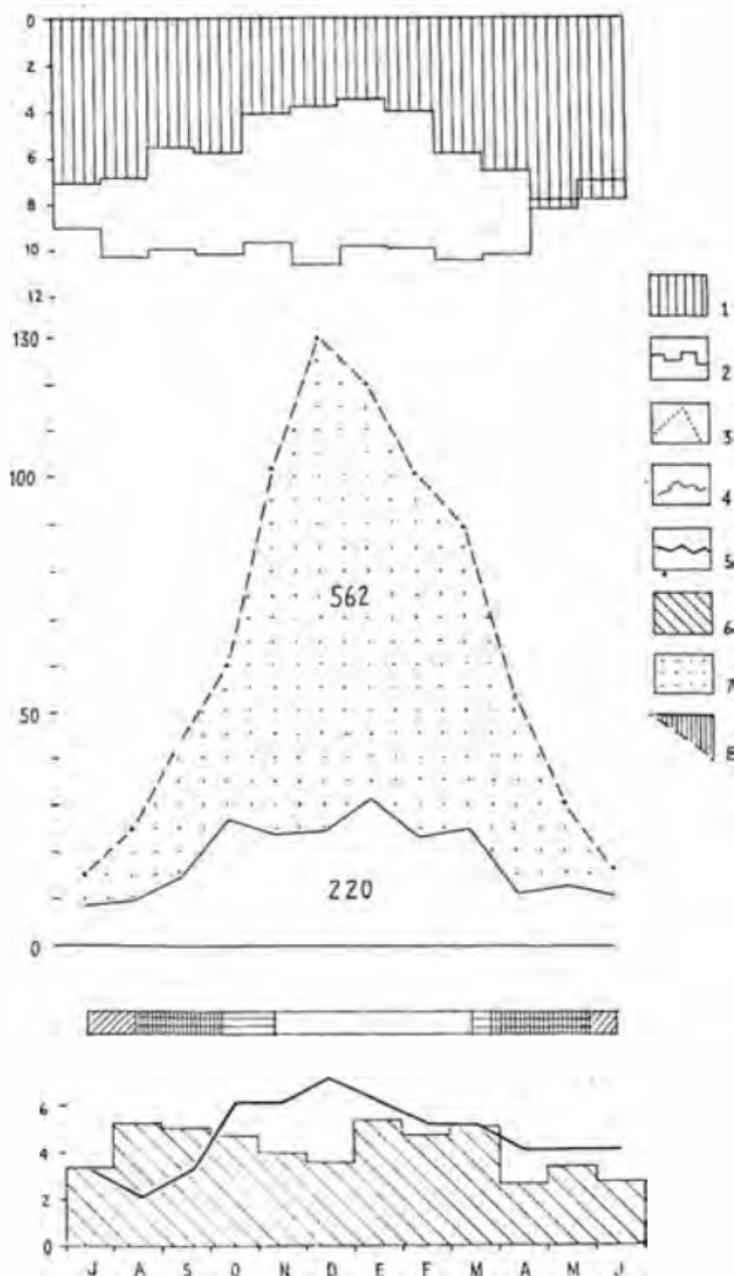


FIG. 181 — Mendoza: 1) días de cielo cubierto; 2) días de cielo despejado; 3) evapotranspiración potencial, media mensual; 4) precipitaciones medias mensuales; 5) intensidad de las precipitaciones; 6) frecuencia de las precipitaciones; 7) déficit de precipitaciones; 8) periodo de reposición de agua en el suelo. Los números (562 y 220) indican el valor anual del déficit de precipitaciones y precipitación total anual, respectivamente.

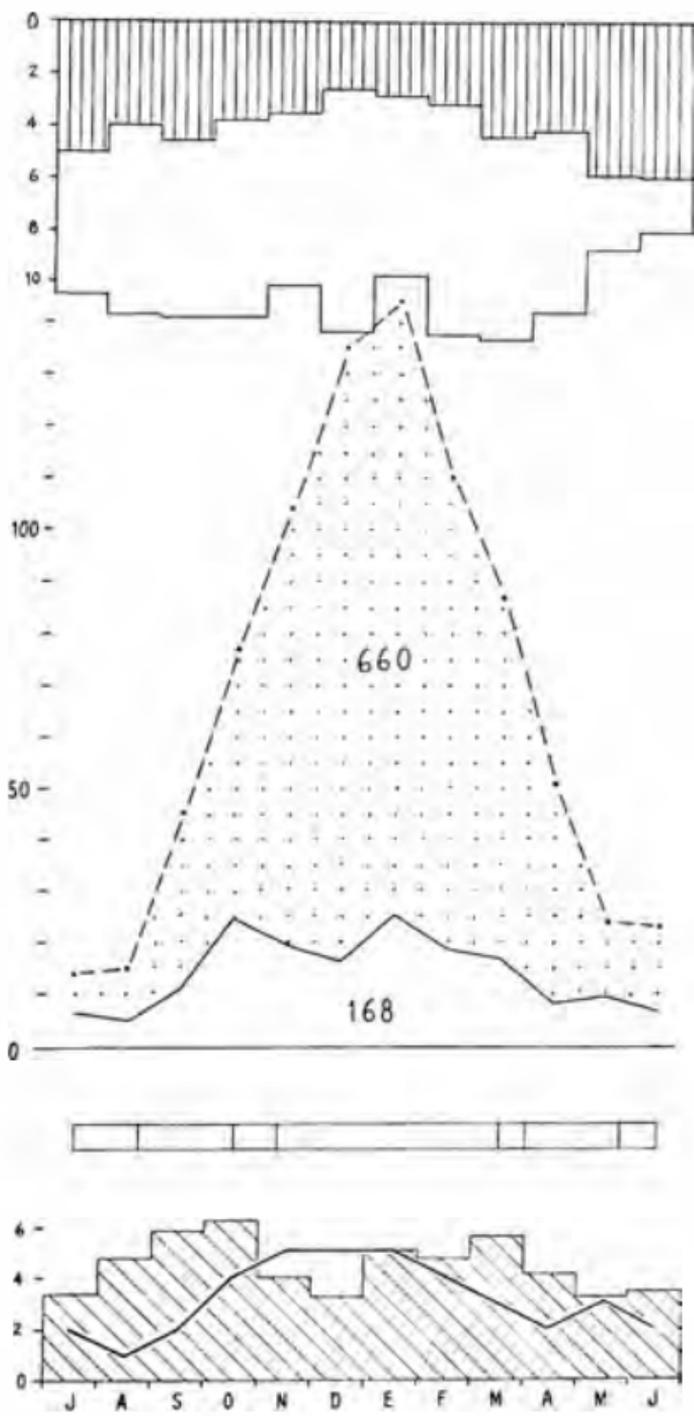


FIG. 182 — El Plumerillo.

El *verano* es la estación más larga de Mendoza, con una duración aproximada de 123 días. Comienza al finalizar noviembre y termina con el mes de marzo. En El Plumerillo comienza un par de días antes, pero concluye en la misma fecha.

En la primera localidad, las temperaturas máximas absolutas oscilan entre 37 y 43° y las medias ascienden a 23,5°, mientras que las mínimas absolutas suben de 2,5 a 9°. Los valores más altos se registran en el mes de enero. Es, sin duda, la estación con mayor contenido de vapor atmosférico. La tensión del vapor oscila entre 10,5 y 15,0 mm.

En El Plumerillo, tanto la máxima absoluta (38,5 a 42,0), como las medias (20,0 a 25,0) y la tensión del vapor (12,0 a 14,5), son más altas que en Mendoza; pero, la mínima absoluta más baja (2,0) es inferior a la de esta última, aunque la de enero la supera en 1°.

Es la estación en la cual los vientos predominantes corresponden, por orden, al rumbo S (196 °/m), SE (123) y NE (119). Las calmas son más frecuentes que en las demás estaciones del año (359). El predominio de estos vientos está de acuerdo con la dirección general con que arriban los frentes fríos y a la presión de los centros de alta del NE y depresión del NW.

En El Plumerillo se mantiene la predominancia de los rumbos indicados; pero hay un fuerte aumento de los vientos del SE (183 °/m) y una disminución de los del NE. El primer caso puede explicarse por la situación de El Plumerillo, protegida de los vientos del S por la zona urbanizada y los cultivos y más abierta hacia el SE, pero no se puede explicar de la misma manera el hecho de que Mendoza acuse más frecuencia de dirección NE cuando la primera está francamente abierta hacia este rumbo. Es probable que en Mendoza incida la brisa del valle hacia la montaña; es decir, no se debe al empuje general de los centros de acción anteriormente mencionados sino a éstos más las brisas, que no se hacen sentir en El Plumerillo.

En verdad, estas brisas son bastante constantes en Mendoza. En términos muy generales, durante el año, a la calma vespertina (18 a 20) sigue la brisa de la montaña que se prolonga hasta las primeras horas de la mañana (9). Después de una calma de una hora, aproximadamente (9 a 10), comienza la brisa del valle con dirección NE, generalmente, hasta las 18, más o menos. Estas brisas son muy netas entre la ciudad y la montaña, pero pasan prácticamente inadvertidas dentro del ámbito urbanizado.

Es probablemente la posición la que explica el elevado número de calmas de El Plumerillo (435 ‰) con respecto a Mendoza (359 ‰). La primera está menos sujeta a los movimientos de aire descendente de la montaña y más expuesta, por recalentamiento de la playa desnuda y sin pendiente, a los movimientos verticales del aire. Los remolinos de viento son prácticamente desconocidos en Mendoza, no así en la zona de El Plumerillo.

Si bien los vientos del NE son menos frecuentes en El Plumerillo, justificando la posición, adquieren mucha mayor fuerza que en Mendoza. Esto mismo ocurre con las demás direcciones. En ambas localidades es evidente la mayor fuerza de los vientos de menor frecuencia; es decir, los del W, SW, NW y NE.

La frecuencia de días claros en Mendoza alcanza el máximo en el mes de diciembre, mientras que la de días cubiertos desciende al mínimo anual en enero. Por otra parte, junto con el máximo de frecuencia de días claros, diciembre registra la mayor frecuencia anual de precipitaciones; pero, como a este mes le corresponde el valor más bajo de intensidad de las precipitaciones, se produce el mayor índice de lluvias y, en consecuencia, el mayor déficit de agua (105 mm). Se advierte con claridad que la marcha de las precipitaciones de verano es inversa a la de la nubosidad; lo cual se explica por la menor frecuencia de anticiclones nubosos del S durante la estación cálida, y el mayor alcance de los empujes de aire húmedo, tal cual lo demuestra la curva de tensión del vapor.

La evapotranspiración potencial oscila entre 99 mm (noviembre), 129 (diciembre) y 89 mm (marzo) y no obstante que las precipitaciones son las más abundantes del año, destacándose, al finalizar la estación, por la intensidad elevada, el balance hídrico arroja el mayor déficit anual. Cabe señalar la inversión de la marcha de las precipitaciones con respecto a la frecuencia e intensidad. La frecuencia es máxima al comenzar el verano y mínima al finalizar; la intensidad se comporta exactamente al revés. Esto parece explicarse también por el hecho de que es recién en enero cuando las masas de aire del NE portadores del agua precipitable alcanzan con mayor intensidad a Mendoza.

La frecuencia de días de cielo cubierto de El Plumerillo es menor que la de Mendoza, mientras que la de días claros es mayor. La marcha de éstos es más regular en Mendoza que en El Plumerillo.

Con valores más bajos, la marcha de la frecuencia de las preci-

pitaciones de El Plumerillo es similar a la de Mendoza, aunque la supera en intensidad.

Con más días de cielo claro y con menos precipitaciones, el déficit de agua en El Plumerillo es superior al de Mendoza. A diferencia de ésta, tiene el máximo valor en enero, con un déficit de agua de 119 mm; pero como las precipitaciones son muy bajas en diciembre el mismo índice se repite en este mes.

Es, sin dudas, la estación de las tormentas eléctricas y del granizo en ambas localidades. Sobre 16 tormentas eléctricas posibles, en todo el año, al verano de Mendoza le corresponden 12 y sobre 3,8 granizadas, 1,3 son de verano. En El Plumerillo la relación es de 11 en verano sobre 14 anuales y de 1,3 sobre 1,7, respectivamente.

El otoño es la estación más corta del año; tiene solo 72 días. De éstos, los 12 primeros están libres de heladas. Esto explica el paso rápido del verano al invierno que hace sentir más intensamente las diferencias entre las estaciones extremas.

Las temperaturas máximas absolutas (35 a 28°) y las mínimas absolutas (1,5 a -5,0°) son superiores a las de la primavera; además, el período libre de heladas es tres veces más corto que el de la primavera. Termina hacia el 12 de marzo. También es superior a la primavera el contenido de vapor de agua en la atmósfera (16 a 11 mm) y guarda relación con la mayor cantidad de precipitaciones, especialmente en la primera parte del otoño. Luego la estación se va tornando más seca, hasta alcanzar el máximo durante el invierno.

La duración, comienzo y fin de la estación otoñal y su período libre de heladas es muy semejante en El Plumerillo y las pequeñas diferencias que presentan carecen de interés, aun desde el punto de vista del clima local. Lo mismo ocurre con la marcha de los fenómenos y los índices correspondientes. Solo presenta interés la diferencia de la temperatura mínima absoluta, que en El Plumerillo va de 3 a -5,1°; es decir, más alta (0,5°) al comenzar la estación y más baja (1°) que Mendoza, al finalizar la misma.

El contenido de vapor de agua de la atmósfera de El Plumerillo (14,5 a 8,5 mm) es superior al de Mendoza (13,0 a 8,0 mm). Quizá pueda explicarse por el hecho de que en esta localidad se siente menos la influencia de los vientos del NE a causa de la acción de la ciudad y zona agrícola circundante.

En cuanto a los vientos en Mendoza, se advierte un mareado cambio de rumbos, no así en la intensidad, con respecto a la prima-

vera y el verano. Entre estos cambios, adquiere particular significación el aumento de frecuencia de los vientos del W y la disminución de los del NE y S. Este cambio explica en parte la mayor sequedad del invierno respecto de las estaciones precedentes. En cuanto a los vientos del SW, si bien se tornan más frecuentes, disminuyen mucho su intensidad.

Contrariamente a Mendoza, que sufre una disminución de la frecuencia de calmas (389 a 316), en El Plumerillo se acrecientan notablemente (469 a 688), junto a un decrecimiento del resto de las direcciones. Puede observarse, además, que el decrecimiento de la frecuencia es proporcional en todas las direcciones, sin cambios fundamentales en los rumbos, como puede observarse en Mendoza.

Desde el punto de vista de la intensidad de los vientos, El Plumerillo se caracteriza, durante el otoño, por la disminución en todos los rumbos, excepto los del NW.

Con el otoño aumenta la frecuencia de días de cielo cubierto en Mendoza, hasta llegar a marzo en que éstos son más que los días de cielo claro. Las precipitaciones disminuyen de frecuencia y la intensidad alcanza a los valores más bajos del año. Las precipitaciones, en consecuencia, son también escasas, especialmente en abril y mayo. Los descensos térmicos señalados anteriormente y el aumento de días nublados, hacen descender la evapotranspiración potencial y, paradójicamente, a medida que disminuyen las precipitaciones también decrece el déficit de lluvias.

La nubosidad es menor en El Plumerillo y los días claros, contrariamente a Mendoza, son siempre más frecuentes que los días cubiertos, aunque se van haciendo cada vez menos desde marzo a mayo. Es muy regular el decrecimiento de las precipitaciones, no así la frecuencia y los valores totales que son más bajos que en Mendoza y, como en esta localidad, el déficit va acercándose al máximo anual.

Si bien pueden esperarse tormentas eléctricas en ambas localidades todo el otoño, el índice de frecuencia es muy bajo. En cuanto al granizo, aunque su frecuencia es mucho menor que en el verano, puede caer hasta abril; es decir, durante los dos primeros tercios del otoño.

El *invierno térmico* de Mendoza es solo una semana más largo que el otoño. Comienza a mediados de marzo y termina con el mes de julio.

Las temperaturas máximas absolutas oscilan entre 28 y 30°. Los valores más altos coinciden siempre con los vientos Zonda; es decir, no hay otra causa capaz de elevarlos a tales niveles. Las temperaturas mínimas absolutas oscilan entre -5,0° y -7,5°, mientras que los valores medios descienden hasta 7,0°. El mes más frío es julio. Por otra parte, el invierno es la estación de las heladas, aunque en el primer mes (mayo) son menos frecuentes que en el primero de la primavera (agosto).

El contenido de vapor de la atmósfera es el más bajo del año (8,0 a 6,0 mm de tensión vapor).

En El Plumerillo, el invierno es más largo que en Mendoza y la diferencia alcanza a una semana. Esto se debe más a la fecha de terminación que a la de comienzo, puesto que casi se inicia al mismo tiempo en las dos localidades.

Como en Mendoza, la primera mitad del invierno tiene temperaturas más bajas que la segunda, lo cual contribuye a aumentar la sensación de paso brusco de la estación cálida a la fría y también de menor duración de los fríos. Las máximas absolutas oscilan entre 26,0 y 28,5°; las mínimas absolutas entre -6,0 y -7,5°, mientras las medias, al igual que en Mendoza, descienden hasta 7,0°.

El número de heladas (38) triplica al de Mendoza. En julio se puede esperar que hiele 15 días y en junio 20, aproximadamente.

La tensión del vapor alcanza los valores mínimos anuales: 8,5 al comienzo del invierno y 7,5 mm al final del mismo.

El régimen invernal de vientos de Mendoza presenta similitudes con los del otoño; pero con mayor acentuación de los rasgos que los distinguen del verano. Los vientos del W predominan en forma absoluta (291<sup>o/100</sup>), la frecuencia de calmas ha descendido al mínimo anual (172<sup>o/100</sup>). También son más frecuentes los vientos del cuadrante SE. Los del NW (Zonda) cuya frecuencia es baja (27<sup>o/100</sup>), aunque mayor que en otras estaciones, acusa el máximo de velocidad media anual y supera a los demás rumbos en la estación invernal. Los vientos del S han disminuido de frecuencia pero han crecido en intensidad.

En suma, puede observarse como a la estación más seca del año corresponden también los vientos más secos (SW, W y NW).

En El Plumerillo, la rosa de los vientos del invierno casi reproduce a la del otoño, aunque se advierte un aumento en la frecuencia de los del SW y S. Por otra parte, durante el invierno es más

neta la oposición de los vientos con respecto al verano, que en el otoño. Se observa claramente cómo el gráfico de los vientos de la estación fría se alarga latitudinalmente, especialmente hacia el W y, secundariamente, al NE; mientras que durante la estación cálida el alargamiento es en sentido longitudinal, especialmente S, SE y NE.

La frecuencia de días de cielo cubierto en Mendoza alcanza al máximo durante la estación más seca o invernal, especialmente en el mes de julio, en que supera al número de días de cielo claro. Estos descienden al mínimo anual.

También es baja la frecuencia de precipitaciones, sin descender tanto como en agosto. Lo mismo ocurre con la intensidad de las lluvias y, en consecuencia, el total de agua caída es muy escaso (11 a 9 mm). Pero, otra vez, la mayor frecuencia de días de cielo cubierto, el mínimo de días de cielo claro, el descenso de la temperatura, no obstante el aumento de los vientos desecantes del W, NW y también del SW, la evapotranspiración potencial arroja los índices anuales más bajos y el déficit de precipitaciones es el menor del año.

En El Plumerillo, con más días de cielo claro y menos de cielo cubierto, aunque con temperaturas más bajas, la evapotranspiración potencial es mayor que en Mendoza y el déficit de precipitaciones también.

Las tormentas eléctricas, en ambas localidades, prácticamente carecen de registro si se hace abstracción del bajo índice de frecuencia correspondiente al mes de mayo. Tampoco se registran granizadas.

La uniformidad del paisaje y los datos del Observatorio Meteorológico de San Juan, nos permiten formarnos una idea de las condiciones climáticas reinantes al N de Mendoza y El Plumerillo.

Las temperaturas aumentan hacia el límite con la vecina provincia y las precipitaciones disminuyen en frecuencia y cantidad. Todo esto va configurando un clima cada vez más árido que se revela con claridad en el paisaje.

No es ajena, sin duda, a la incrementación de la aridez la mayor efectividad del bloqueo de las masas que transportan agua precipitable del NE por las montañas del NW de San Luis, S de La Rioja y SE de San Juan. Las masas del norte, por otra parte, llegan al límite de Mendoza totalmente agotadas, mientras que las del S y especialmente del SE, lo hacen con menos frecuencia.

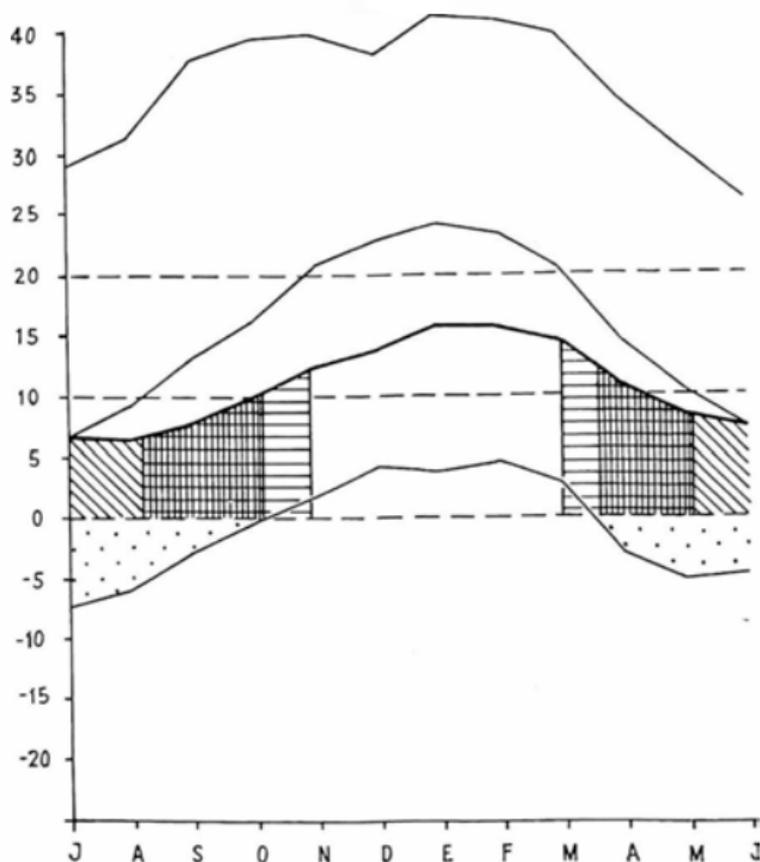


Fig. 183 - San Martín.

### *Clima del oasis de la sección N del piedemonte*

Dentro del oasis del N hay solo un observatorio meteorológico, el de San Martín, que puede darnos una idea de las condiciones del clima local.

A los 33° 05' de latitud S y 653 m s/nm; es decir 174 m menos que Mendoza y 47 que El Plumerillo, está situado a 40 km al NE del primero, a 45 km al SE del segundo y a 55 km al E de la montaña.

La planicie sobre la cual se encuentra instalado está ocupada por cultivos de viñedos, frutales y hortalizas, ciudades como la misma San Martín, Rivadavia, Maipú, y pueblos como Palmira, Junín, Medrano, etc. Hacia el SE y S del observatorio se encuentran las sierras de las Huayquerías, de escasa altitud, de las cuales la separan 20 y 10 km de cultivos.

Dentro del oasis, salvo pequeños espacios, los suelos han sido corregidos en su gran mayoría por la agricultura o han ido quedando ocultos bajo las masas de materiales de las construcciones urbanas y caminos pavimentados; la vegetación natural, muy escasa originariamente, ha cedido paso a una cubierta cultivada y continua donde la discontinuidad se establece entre parrales y viñas bajas, con frutales y hortalizas.

La regularidad del terreno, la escasez de pendientes y la cubierta vegetal, son los caracteres que diferencian fundamentalmente las relaciones de la superficie con la atmósfera en San Martín, con respecto a las localidades estudiadas anteriormente, especialmente Mendoza. Cabe destacar también que San Martín se encuentra entre los ríos Mendoza y Tunuyán. El primero pasa por el NE, a 10 km de distancia, y el segundo por el S a 15 km. Finalmente, contribuye a diferenciar el ambiente atmosférico de San Martín y Mendoza - Plumerillo, la existencia de cañadas húmedas, espacios anegadizos, napas freáticas superficiales y la frecuencia, extensión e intensidad del riego.

En términos generales puede señalarse que San Martín difiere de Mendoza por los siguientes caracteres: el otoño finaliza antes y el periodo libre de heladas de esta estación es más largo; contrariamente éste es más corto (casi 10 días) en la primavera. El invierno comienza antes y termina después y tiene una duración que supera a Mendoza en casi 15 días. Es posible que estas diferencias encuentren su explicación en la menor altura de San Martín, lo cual favorece el estancamiento del aire frío y la masa forestal que intercepta las radiaciones solares. La duración, comienzo y fin del verano es igual en ambas localidades.

La máxima temperatura absoluta de verano (mes de enero) (Fig. 183) de San Martín es inferior a la de Mendoza y la mínima absoluta (julio) es superior. La temperatura media más alta y la tensión del vapor también es mayor en la localidad del Este.

Con respecto a El Plumerillo, puede decirse que el invierno termina en igual fecha; la primavera en San Martín termina antes aun-

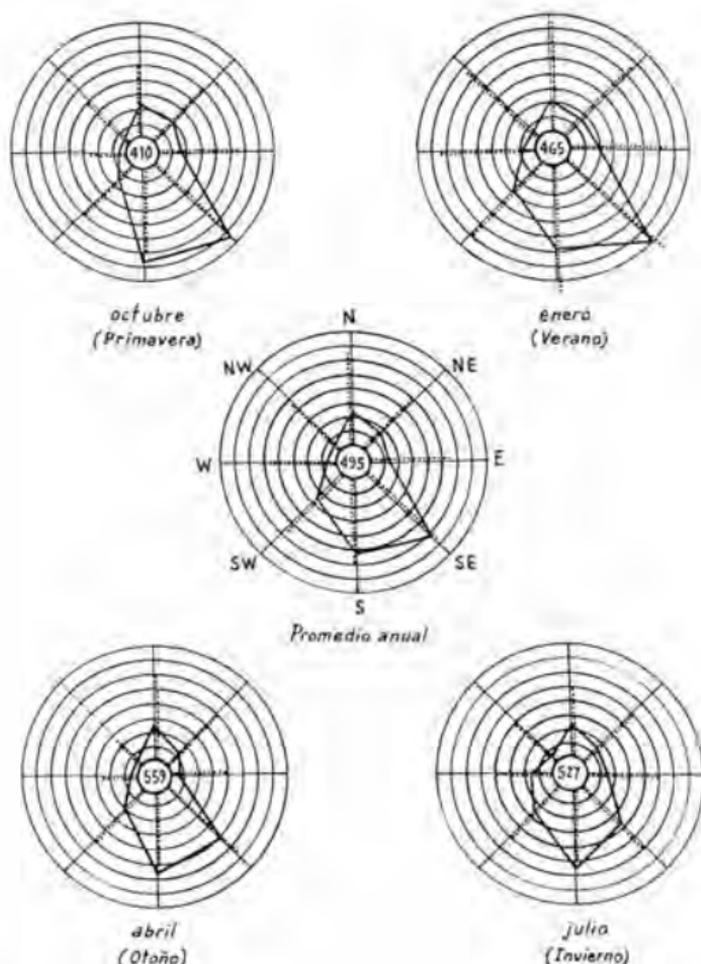


FIG. 184 — Vientos, según datos correspondientes a San Martín.

que el periodo libre de heladas comienza después. El verano de El Plumerillo, es más largo pues comienza antes; en cambio el otoño termina antes y el periodo libre de heladas después. La máxima absoluta y la media de San Martín es inferior. Si bien las mínimas absolutas de invierno son casi iguales, las de verano en la localidad del este es 5,0° más baja que las localidades exteriores al oasis.

En cuanto al viento (Fig. 184), hay mayor semejanza entre el régimen de San Martín y El Plumerillo que entre la primera y Mendoza, especialmente en otoño e invierno, estaciones durante las cuales Mendoza muestra un acentuado predominio de los rumbos S y SW.

San Martín (Fig. 185) acusa mayor frecuencia de días claros y menor de días de cielo cubierto que Mendoza y El Plumerillo. La primera localidad tiene índices de intensidad de precipitaciones muy grandes en verano y más bajos que Mendoza y El Plumerillo en invierno y parte de la primavera. Durante el verano supera en frecuencia a la última localidad, pero no a Mendoza. Sus precipitaciones totales también son inferiores a esta última localidad pero mayores que El Plumerillo y, en el balance final, su déficit de agua se sitúa entre las dos localidades de fuera del oasis.

La primavera, junto con el otoño, son las estaciones de menor duración en San Martín (31 y 27 días, aproximadamente). Comienza en la primera semana de agosto y se prolonga hasta la terminación de octubre. Los últimos 25 días están libres de heladas; es decir, más o menos desde el 3 de octubre.

Las temperaturas, en general, son más altas que en las localidades estudiadas anteriormente, tal como lo demuestran los valores correspondientes al comienzo y fin de la estación:

	Temperatura Máx. absol.	Temperatura Mín. absol.	Temp. media
San Martín .....	32,0 a 40,0°	-5,0 a 1,5°	6,5 a 12,5°
Mendoza .....	29,5 a 37,0°	-1,5 a 3,0°	6,0 a 10,5°
El Plumerillo .....	28,5 a 37,0°	-6,0 a 1,5°	7,0 a 12,0°

Los valores máximos absolutos sufren un brusco ascenso de 8,0° de agosto a setiembre. Esto no ocurre en Mendoza, ni en El Plumerillo.

La tensión del vapor, que asciende de 6,5 mm a 12,5, también es superior a las localidades que bordean el oasis.

Luego de las calmas (410<sup>o/100</sup>), la mayor frecuencia corresponde a los vientos del SE (197<sup>o/100</sup>) y S (146<sup>o/100</sup>). Los seis rumbos restantes se distribuyen las 246<sup>o/100</sup> frecuencias restantes. Las velocidades medias son muy semejantes en todas las direcciones. Siguen siendo muy veloces, con relación a la frecuencia, los vientos del NW.

A la primavera le corresponde la mayor frecuencia de días de cielo claro de las cuatro estaciones del año y la mínima de cielos cubiertos, luego del verano.

Durante la primera mitad de la estación, la frecuencia, intensidad y el volumen de las precipitaciones es muy bajo y a veces inferior al invierno, la estación más seca del año; pero, de setiembre a octubre, se produce un gran cambio. Las precipitaciones no solo aumentan en intensidad y frecuencia sino también la cantidad total en mm, pasando de 7 en setiembre a 20 en octubre y 25 al final de la estación. De todas maneras, la evapotranspiración potencial supera a las precipitaciones y el déficit de agua alcanza a los 80 mm al terminar la estación y a 17 al comienzo. En El Plumerillo los valores son de 80 y 13, respectivamente y en Mendoza de 74 y 15. Es evidente la similitud entre el interior y el exterior del oasis.

Aunque con índices muy bajos, toda la primavera registra tormentas eléctricas y también granizo al finalizar la estación. La frecuencia de estos fenómenos es muy inferior a Mendoza y El Plumerillo.

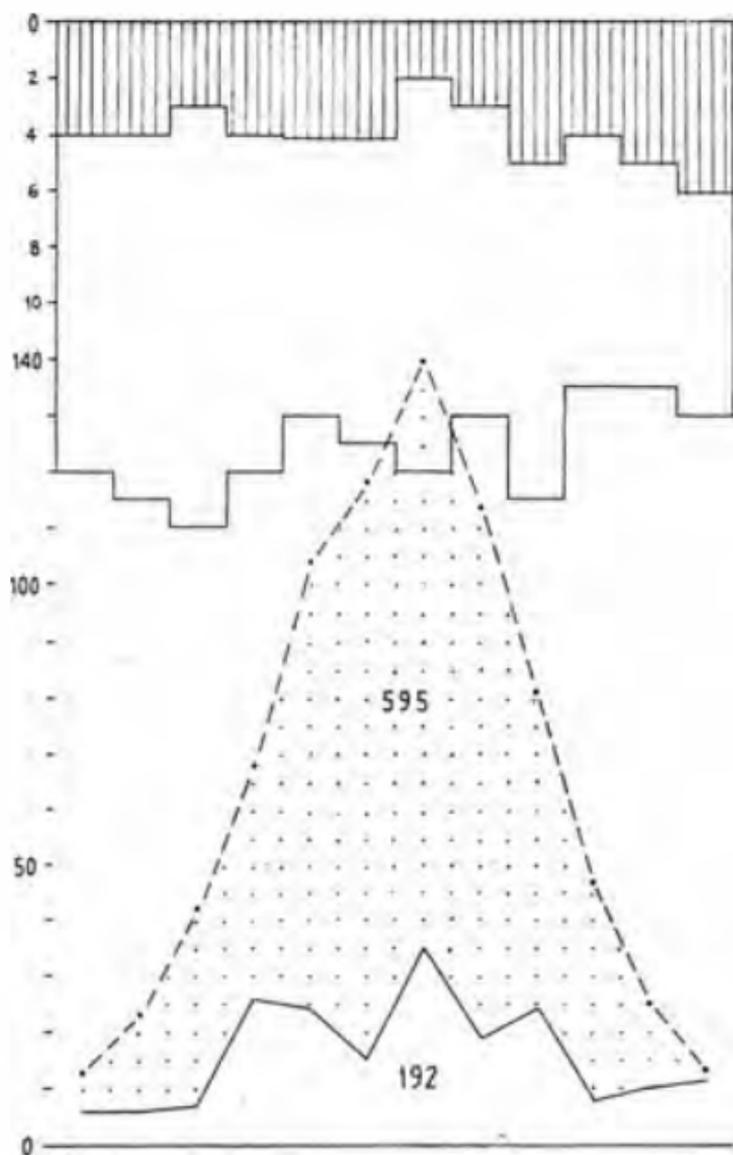
En cuanto al *verano*, si se tienen en cuenta las diferencias que puedan originarse en la falta de homogeneidad de las series estadísticas empleadas, solo tiene interés la comparación entre las mínimas absolutas, que en Mendoza y El Plumerillo descienden solo a 9 y 10°, respectivamente, y en San Martín a 4,0°. Además cabe señalar una mayor uniformidad térmica en San Martín que en las localidades restantes. También la tensión del vapor y la frecuencia de heladas es semejante en las tres localidades.

Respecto de los vientos, ya se ha señalado, de modo general, la similitud con El Plumerillo y las diferencias fundamentales con Mendoza.

De la primavera al verano de San Martín, en los vientos no hay más cambios de consideración que un aumento de la frecuencia de los del S y una disminución de la velocidad media en todos los rumbos y en las calmas.

San Martín sigue teniendo, durante el verano, más días de cielo claro y menos de cielo cubierto que las localidades de la periferia del oasis.

La intensidad y la frecuencia, junto con el volumen total de las precipitaciones, alcanza al máximo en esta estación. Las del mes de



Inv.	Primavera	Verano	Otoño	Inv.
------	-----------	--------	-------	------

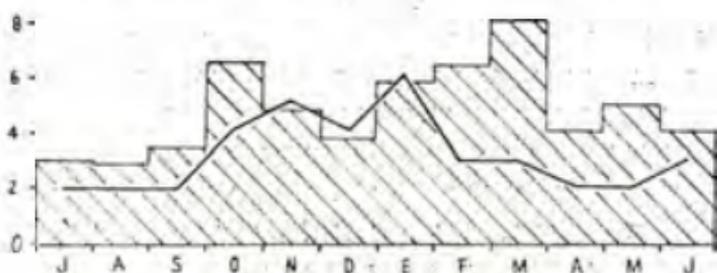


FIG. 185 — San Martín.

enero superan en 10 mm a las de Mendoza y El Plumerillo, lo cual se compensa en parte con una marcada disminución en diciembre.

La elevada frecuencia de días de cielo claro debe ser la causa del alto índice de evapotranspiración potencial. En enero, cuando más llueve, el déficit de agua asciende a 105 mm.

La frecuencia de tormentas eléctricas y granizo, es semejante a las otras dos localidades.

Ya se ha señalado que el otoño comienza en la misma fecha dentro y en la periferia del oasis, y que en San Martín termina antes; pero que tienen un período libre de heladas más prolongado.

Desde el punto de vista térmico, las diferencias otoñales entre las localidades en consideración, corresponden únicamente a las máximas absolutas, superiores en San Martín, según los siguientes registros:

San Martín .....	40,0 a 30,0°
Mendoza .....	35,0 a 28,0°
El Plumerillo .....	35,0 a 25,5°

No se advierten diferencias de significación en los valores correspondientes a la tensión del vapor.

Con un aumento de las calmas y una disminución de la frecuencia de los vientos en todos los rumbos, especialmente en los predominantes en las estaciones precedentes, la rosa de los vientos sigue presentando un aspecto similar a las anteriores. Las velocidades medias por direcciones se asemejan a las del verano.

Los días de cielo claro tienen la menor frecuencia de las cuatro estaciones y los de cielo cubierto, si se exceptúa el mes de junio (invernal), la mayor.

La frecuencia de precipitaciones desciende al mínimo hasta equipararse con el invierno, y la intensidad disminuye desde mayo hasta el final de la estación. El mismo descenso se produce en el volumen total de agua precipitada, a partir de mayo. Los valores alcanzados son muy bajos, pero siempre superiores a los del invierno. Por otra parte, el estado general del cielo y el descenso de la temperatura hacen bajar la evapotranspiración potencial, por lo cual el déficit de agua también se vuelve menor.

No se registran tormentas eléctricas, ni granizo.

El invierno comienza antes que en Mendoza y El Plumerillo y finaliza después que en la primera localidad citada y junto con el de la segunda.

Las temperaturas medias no arrojan diferencias con ninguna de las otras localidades. En cuanto a las máximas absolutas, mayores en el mes de julio, son más altas en San Martín, según los siguientes registros:

San Martín	31,5 a 28,5°
Mendoza	29,0 a 28,0°
El Plumerillo	28,5 a 24,5°

Al igual que con las heladas, no hay diferencias sustanciales entre las máximas absolutas de San Martín, Mendoza y El Plumerillo, como puede verse en los valores que siguen:

Mendoza	-5,0 a -6,5°
San Martín	-4,5 a -7,5°
El Plumerillo	-6,0 a -7,5°

En cuanto al viento, difiere de las tres estaciones restantes. Ya es muy notable la disminución de la frecuencia de los del SE, el predominio de los del S, y el aumento de los del SW y, particularmente de los del W. La velocidad media, de todos los rumbos, acusa una notable uniformidad.

Con la frecuencia, intensidad y volumen total de las precipitaciones más bajas del año, de acuerdo con los valores también mínimos de la tensión del vapor, el invierno seco arroja el más bajo déficit de precipitaciones del año.

En suma, vistas las condiciones del clima local a través de los valores mensuales, teniendo en cuenta que las series de datos no son homogéneos y que es necesario ser prudente en la búsqueda de conclusiones y extensión espacial de éstas con tan pocos puestos de observaciones, podemos concluir que hay similitud entre las condiciones del oasis y la periferia del mismo. De otra manera, las condiciones medias del clima local, de la periferia del oasis o zona de contacto entre éste y el desierto, configuran un estado medio atmosférico semidesértico que el oasis no ha alterado, al menos en forma evidente, a través de los datos analizados.

### *Sección central del piedemonte: San Carlos*

San Carlos es una pequeña villa en el margen de una zona rural enclavada más o menos en el centro de lo que los geólogos han denominado depresión de los Huarpes (Fig. 186).

Esta depresión longitudinal, larga y estrecha, está limitada al W por la cordillera frontal, al E por el cordón del Carrizal, la sierra de las Huayquerías y la meseta del Guadal. Al N culmina en el cordón de Lunlunta, los altos de Vistalba y los restos de glacis superior que a la latitud de Cacheuta se adosan a la terminación de la precordillera. Hacia al S, en cambio, la depresión desaparece lentamente a través de las primeras elevaciones del macizo antiguo, especialmente en el bloque levantado con la antecedencia del Diamante.

La villa de San Carlos posee el único observatorio de la amplia zona delimitada y sus datos revisten particular interés, por los rasgos singulares del clima local, una especie de polo de frío de las planicies mendocinas.

Las condiciones atmosféricas de la depresión llamaron la atención de los meteorólogos empeñados en la operación granizo, los cuales emprendieron un estudio especial de las mismas con un gran equipo de investigadores y adecuado material de trabajo.

Los resultados de la investigación tienen gran importancia no solo porque suministran material para la comprensión del clima en la depresión, sino también porque facilitan el conocimiento de los problemas en otras áreas semejantes de las planicies mendocinas. Es por ello que, luego de una descripción de la zona en cuestión, procuraremos presentar una síntesis, lo más adecuada posible, de las observaciones y conclusiones de los meteorólogos expuestas por James G. Edinger.<sup>118</sup>

Desde el punto de vista geomorfológico revisten particular interés las eminencias que circundan la depresión. Por el W se levanta la cordillera frontal en forma abrupta, hasta alcanzar los 5.000 m de altura, frente mismo a San Carlos, a una distancia entre 60 y 75 km, aproximadamente, del eje longitudinal de la depresión (Fig. 119-h). Cabe señalar las discontinuidades que presenta el cordón frontal y

<sup>118</sup> EDINGER, J. G., *La capa fría nocturna en el valle del río Tunuyán*, Buenos Aires, Departamento de Meteorología de la Universidad Nacional de Buenos Aires, 1963.



For. 19 — En pleno glacis, en el fondo de un *uadi*, las arcillas se resquebrajan por desecamiento.



For. 20 — En el puesto del Agua Caliente, en el Sosneao, árboles muertos por falta de riego.

por donde salen al piedemonte los cauces que se nutren del interior de la montaña, pues, como se verá oportunamente, los valles juegan un papel climático fundamental en la playa o fondo de la depresión (Fig. 186).

Desde el NW, en la extremidad septentrional de la depresión, llega el río Mendoza por la estrecha garganta que une los valles de Uspallata y Potrerillos y la de Cacheuta que vincula a Potrerillos con el piedemonte. Sin embargo, dentro de este mismo cuadrante, hay valles que presentan mucho mayor interés. Tales son los de los ríos Anchayuyo y La Carrera, que descienden hacia Tupungato y Zapata; luego, el arroyo Las Tunas, que se dirige hacia Tunuyán. Por el W, la puerta de entrada a la gran montaña ha sido seguida por el río Tunuyán, que a través de un profundo valle desciende a la planicie de piedemonte donde cambia su rumbo W-E por el SW-NE. Pasa al NE de San Carlos a solo 10 km de distancia. Cada uno de los valles o conjunto de valles tiene un papel fundamental en el flujo de aire y en la formación de las inversiones térmicas que explican las bajas temperaturas de la depresión.

Los elementos que cierran el área por el E son genéticamente semejantes, pero morfológicamente heterogéneos. De S a N, en primer lugar, se encuentra la meseta del Guadal, una unidad plana cuyo borde occidental se levanta a 1.200 m de altura s/nm. Más al N sigue la sierra de la Huayquería, un antiguo anticlinal levantado y disectado por la erosión hídrica lineal, que ha dado un paisaje de huaycos (*bad lands*) en la vertiente occidental y oriental. Finalmente, la sierra de Carrizal, especie de *horst* erosionado en forma semejante a la sierra de las Huayquerías.

Al norte, la sierra de Lunlunta se levanta junto al río Mendoza. El valle de éste interrumpe la continuidad del cierre que se prolonga en los altos de Vistalba y los restos de glacis próximos a la precordillera que se elevan sobre el río Mendoza, poco antes de la entrada de la garganta de Cacheuta.

Por el S la depresión va perdiendo profundidad a través de una pampa a veces medanosa, con conos y afloramientos volcánicos cada vez más frecuentes hacia el río Diamante, debajo de la cual se adivina la proximidad de la superficie de erosión del macizo antiguo. Con el bloque levantado sobre el cual corre el río Diamante comienza el declive hacia el N, que siguen los arroyos Yaucha y Papagayos. Estos envuelven a San Carlos, muy cerca de la villa, y luego se unen para formar el arroyo del mismo nombre.

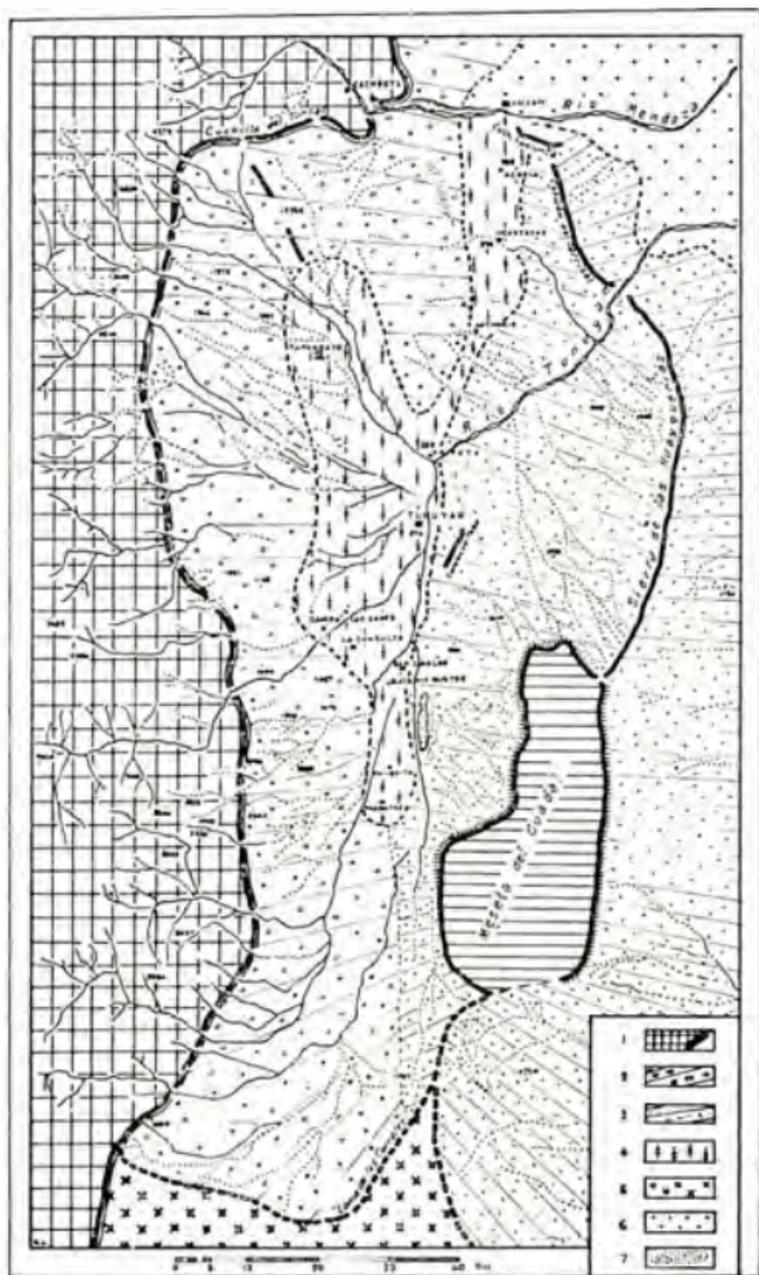


FIG. 186 — Bosquejo geomorfológico de la depresión de San Carlos: 1) montaña; 2) unidad compleja (glacis superior y principal, con conglomerados de Mogotes; 3) glacis de las Huayquerías; 4) playa y cultivos; 5) bloque elevada del Diamante; 6) playas del oasis del norte, y 7) médanos.

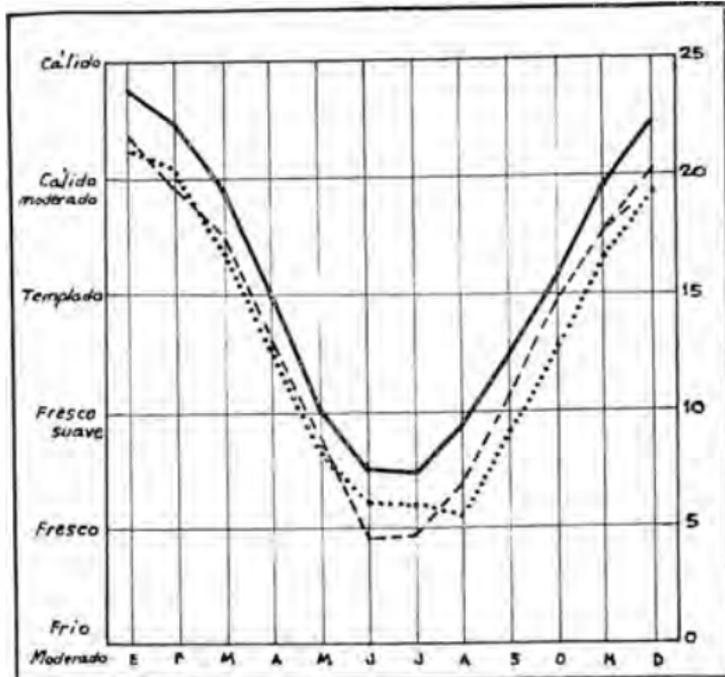


FIG. 187 — Temperaturas medias: ..... Mendoza ..... Clio Malal  
 ..... San Carlos.

El espacio de 10 km, aproximadamente, que a la latitud de San Carlos media entre la gran montaña y el borde de la meseta del Guadal, corresponde al glacis cordillerano, por el W, y al de las Huayquerías y meseta por el E. Las pendientes son relativamente suaves (4 a 5 %). Los cursos de agua que llegan del S y de la cordillera los cruzan profundamente, mientras que los que bajan del E, muy numerosos, son pequeños huaycos (*uadis*) que mueren detrás de una sucesión de médanos. La playa (campo de expansión) es, en consecuencia, muy reducida, plana y con pendiente general hacia el N. Los suelos son finos y sueltos y mal cubiertos por una vegetación esteparia (arborescente o herbácea) xerofítica. Sobre los glacis, con suelos escasos y poco profundos, afloran los materiales mal rodados

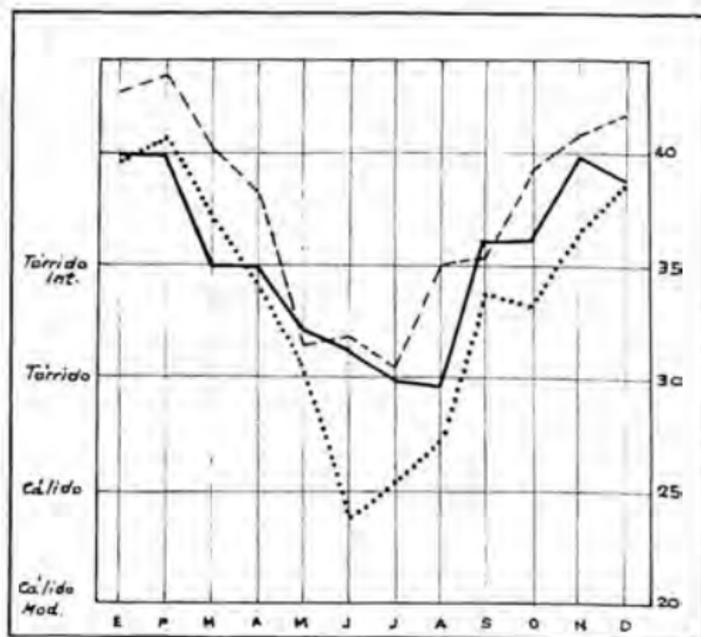


FIG. 188 — Temperaturas máximas absolutas: ..... San Juan .....  
 Chos Malal ..... San Carlos

de la cubierta aluvial depositada sobre la superficie de erosión original, generalmente cubiertos de blancas costras que ponen de manifiesto la antigüedad y la intensidad del clima desértico.

La playa es la sede de las villas y pequeños caseríos insertados entre los cultivos de viñedos, frutales, hortalizas y forrajeras, de escasa extensión, si se exceptúa el sector del valle medio del Tunuyán. El clima es particularmente frío, tal como lo demuestran los valores comparados entre San Carlos, Mendoza y Chos Malal, localidades situadas a los 33° 46' y 940 m de altura s/nm, 32° 53' y 827 m, y 37° 23' y 848 m.

Puede verse que los valores de temperatura media mensual registrados<sup>110</sup> son paralelos a los de Mendoza, pero que se man-

<sup>110</sup> CAPITANELLI, R. G., *Clima del valle de Tunuyán*, en *Actas de la XV Semana de Geografía*, Mendoza, Instituto de Geografía y GAEA, 1951, p. 350-370.

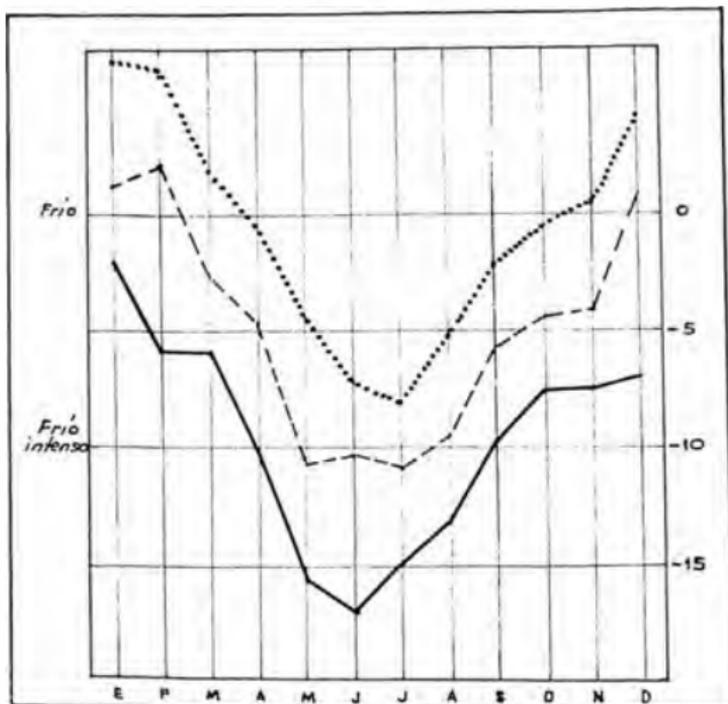


Fig. 189 — ..... Mendoza ..... Chos Malal ..... San Carlos.

tienen unos dos o tres grados más bajos que éstos. Ambas curvas se aproximan en primavera y otoño, y se separan en invierno y verano. Pero, en realidad, la mayor similitud de las temperaturas medias de San Carlos se presenta con respecto a Chos Malal (Neuquén). (Fig. 187).

Las temperaturas máximas absolutas registradas (Fig. 188) son más bajas que las de Mendoza y a veces también inferiores a las de Chos Malal. Las mínimas absolutas son paralelas a las de Mendoza, pero inferiores en varios grados y aún más bajas que en Chos Malal, en algunas ocasiones hasta en seis grados, como ocurre en el mes de junio. Con respecto a Mendoza se advierten diferencias hasta de 10° (Fig. 189).

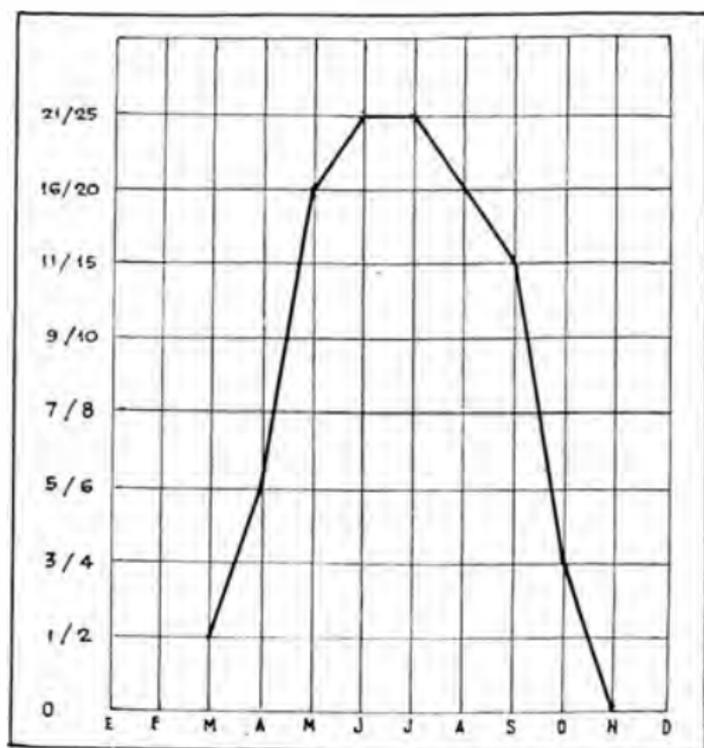


Fig. 190 — Frecuencia media de heladas en San Carlos.

En el período considerado para la comparación, San Carlos arroja una frecuencia muy alta de heladas. En junio y julio hiela entre 21 y 25 días por mes (Fig. 190). Se las puede esperar durante nueve meses del año, desde el 23 de marzo al 13 de noviembre. Oportunamente veremos cómo en una serie estadística de 20 años, las heladas pueden ocurrir a lo largo de todo el año, incluido el verano.

Es la explicación de este régimen térmico lo que buscó, fundamentalmente, el equipo de meteorólogos citado. Con más precisión, con palabras de Edinger, se efectuó "una exploración meteorológica de la capa de aire frío que se forma junto al suelo, en la zona del

rio Tunuyán, en las noches relativamente calmas y claras, abarcando pocos centenares de metros", que puede producir heladas con grandes pérdidas para la agricultura.

No es fácil resumir una exposición breve y condensada como la de Edinger, sobre un problema tan complicado, por lo cual una transcripción literal del texto es casi una imposición.

Siguiendo la estructura del trabajo de Edinger, se describirán primero los hechos y luego se procurará interpretar las razones expuestas por el mismo.

1. — *Estratificación térmica de la capa fría.* — De los 16 días que duró la investigación (1 al 16 de noviembre de 1961), los correspondientes al 3, 4 y 9, fueron perturbados por pasajes frontales y, en consecuencia, no se dieron capas estables junto al suelo.

Uno de los hechos más característicos revelados por la investigación es la mayor profundidad y complejidad de la capa fría en contacto con el suelo en el centro de la depresión o parte más baja; es decir, en la playa, con respecto a la que reposa sobre las laderas. De otro modo, la capa de aire junto al suelo es más profunda y compleja sobre la playa que sobre los glacia.

En segundo lugar, según parece, lo normal sobre la playa serían las "inversiones y capas aproximadamente isotérmicas superpuestas", en lugar de ser la excepción, ya que solo el día 10 se dio un caso de inversión simple; es decir, como una sola capa invertida (Fig. 191). En los días restantes se encontraron inversiones de 2 y 3 capas estables diferentes, superpuestas (Fig. 192). A veces ocurre que las capas se juntan en un lugar del valle y se separan en otro.

Contrariamente, en la ladera occidental, las inversiones son más sencillas. Las "capas individuales, isotérmicas o inversiones son menos profundas e inferiores en número". Generalmente se trata de una sola inversión, poco profunda. A "veces superpuestas por una capa isotérmica, otras veces por encima de la misma". De todos modos, en ciertas ocasiones se presentan dos inversiones en lugares altos.

Las inversiones parecen adoptar la forma del terreno en la playa. Además, son más altas en el W que en el E y en el S que en el N. Las pendientes de las inversiones, sin embargo, parecen ser mayores que la del terreno y la parte superior es ondulada, pero con tendencia a la horizontalidad, por lo cual se espesan en la playa baja y se adelgazan en las laderas, que están más arriba.

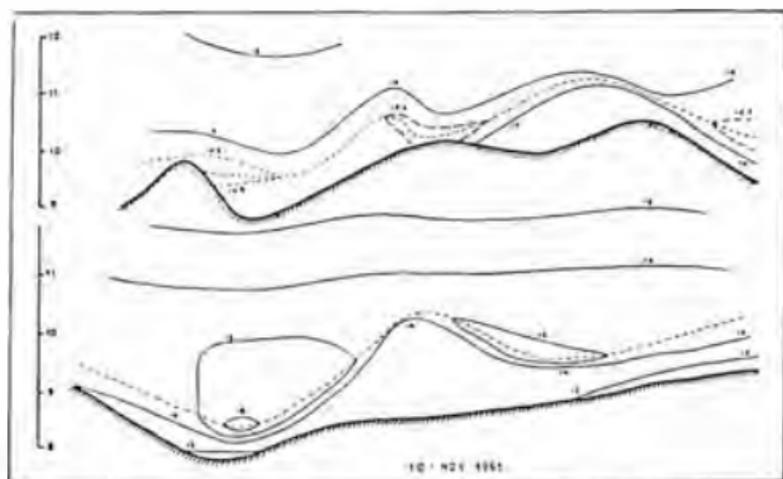


FIG. 191 — Corte vertical del campo térmico en la depresión de San Carlos, según J. G. Edinger.

Como las observaciones se realizaron a la salida del Sol solamente, no se investigaron las variaciones de la temperatura.

De los tres periodos interfrontales en que se hicieron las observaciones, los dos primeros parecen demostrar que las mañanas son más frías al día siguiente del pasaje del frente frío; luego viene un calentamiento paulatino en superficie.

2. — *Campo de viento en superficie.* Parece caracterizarse, a la salida del Sol, "por un flujo general del sur con un drenaje superpuesto procedente de las pendientes y cañones a los costados del valle". Los vientos de la ladera occidental soplan del W o del S, pero en el N bajan por el valle de Tupungato; es decir, del NW, según lo revelan las observaciones realizadas en San José y Zapata. Sin embargo, en una ocasión, el día 13, solo los del NW corrían en ese rumbo; los restantes fueron sustituidos por otros dirigidos valle arriba. Los gráficos del 13 y 15 presentan una corriente muy singular o flujo independiente de los del S y que se desliza por debajo de éstos (Fig. 193 y 194). De aquí que en algunos lugares, como en San José, el rumbo oscile entre los dos regímenes.

Durante la noche (Fig. 195), se observa un flujo de la vertiente a la playa muy pronunciado. Además, éste tiene su salida hacia el

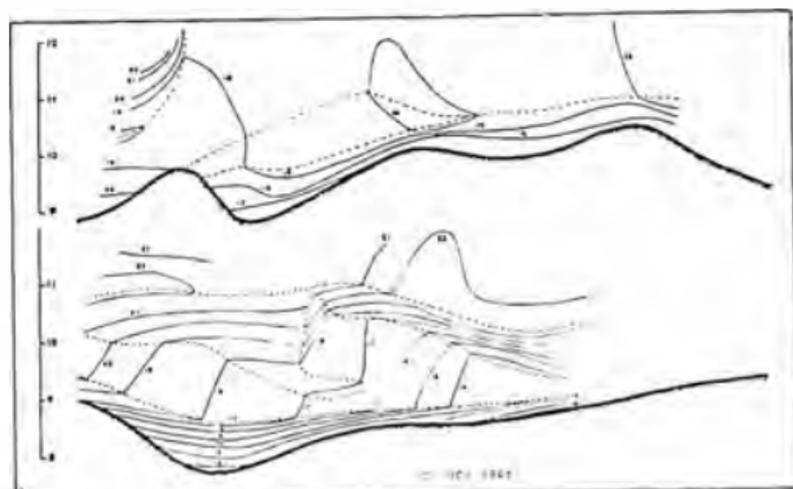


FIG. 192 — Corte vertical del campo térmico vertical de la depresión de San Carlos, según J. G. Edinger.

ENE, siguiendo la dirección del valle de Tunuyán, por el suro abierto en las huayquerías. El flujo diurno (Fig. 196) en cambio, es a la inversa, excepto en Tupungatú, donde las líneas de corriente alcanzan el valle del ENE.

3. — *Observaciones del viento en altura.* En general (Fig. 197) confirma el flujo del sud. Los vientos de esta dirección predominan en todos los niveles, salvo raras excepciones.

A la descripción de los hechos, según se ha dicho, sigue la interpretación de los mismos, que se tratará de resumir.

a) *Estratificación térmica.* No es fácil la explicación de la formación de las capas compuestas. Hay varias causas posibles:

1. — Puede ocurrir que el enfriamiento más rápido se produzca en una delgada capa sobre el suelo, causado por conducción y transferencia turbulenta. Luego, el aire más frío debe estar más tiempo en contacto con el suelo.

2. — Tendría importancia el calentamiento producido por la compresión del aire que desciende por las laderas, puesto que el valor

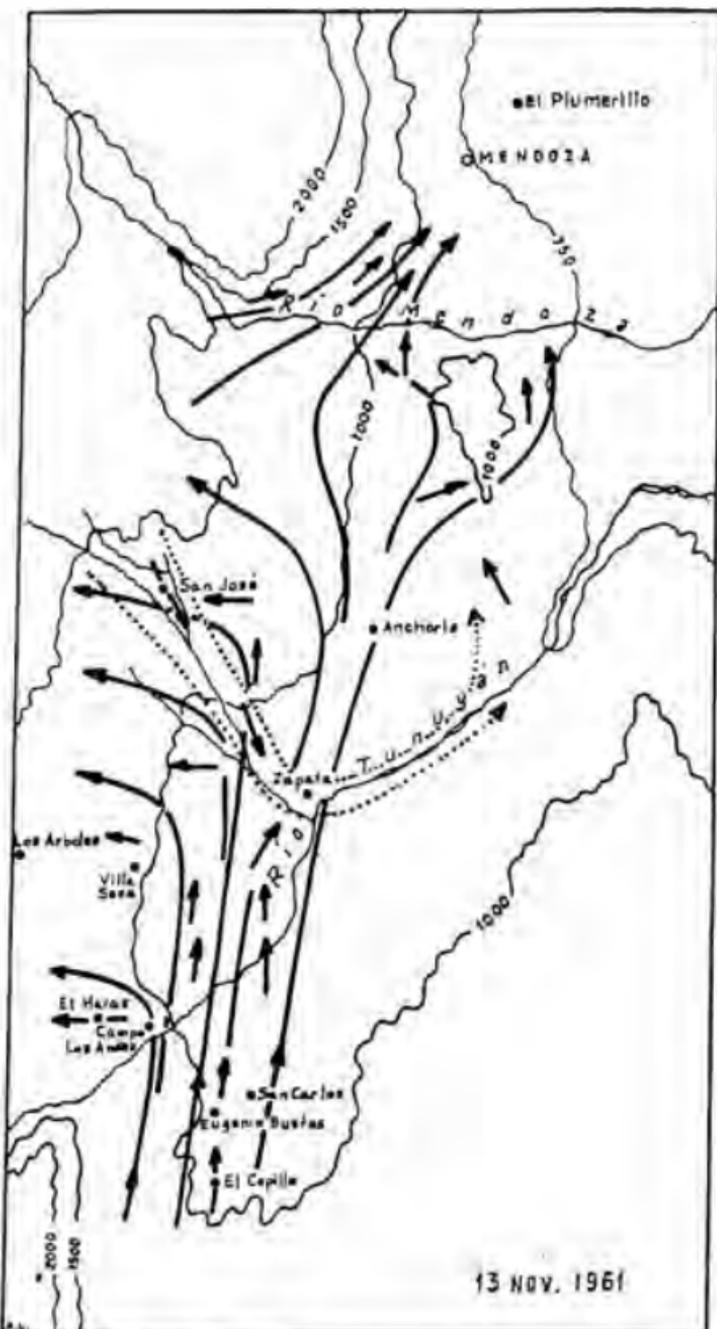


Fig. 193 - Líneas de corrientes en superficie, en la depresión de San Carlos según J. G. Edinger.

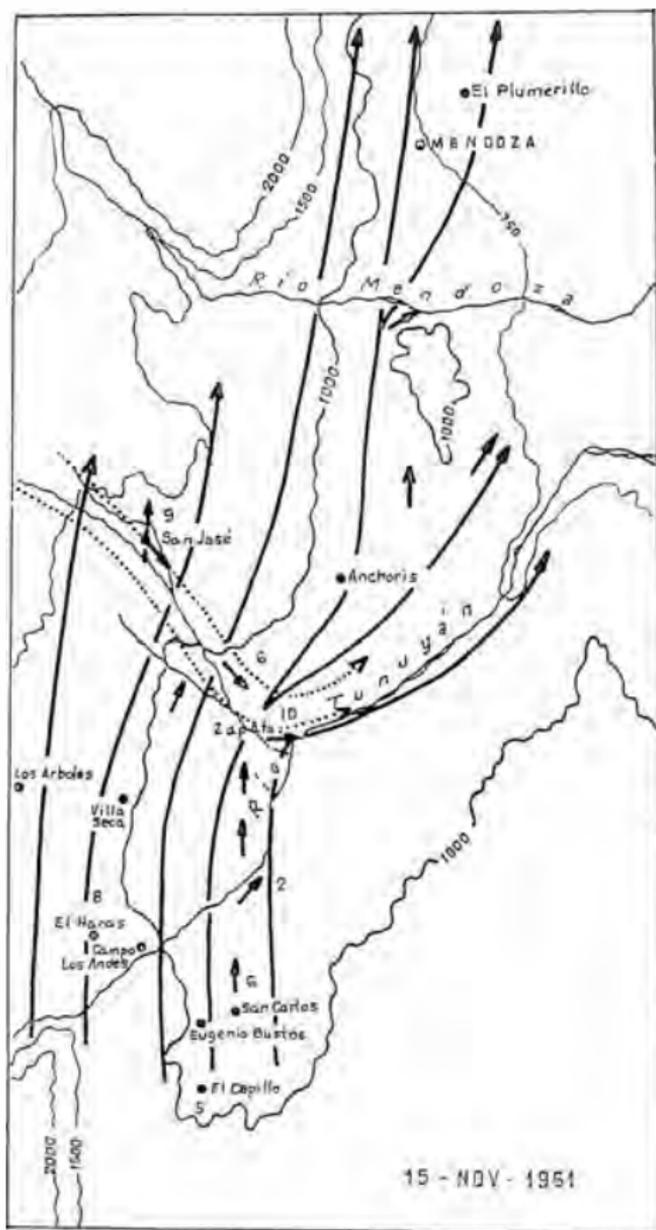


FIG. 194 — Líneas de corrientes en superficie, según J. G. Edinger, en la depresión de San Carlos.

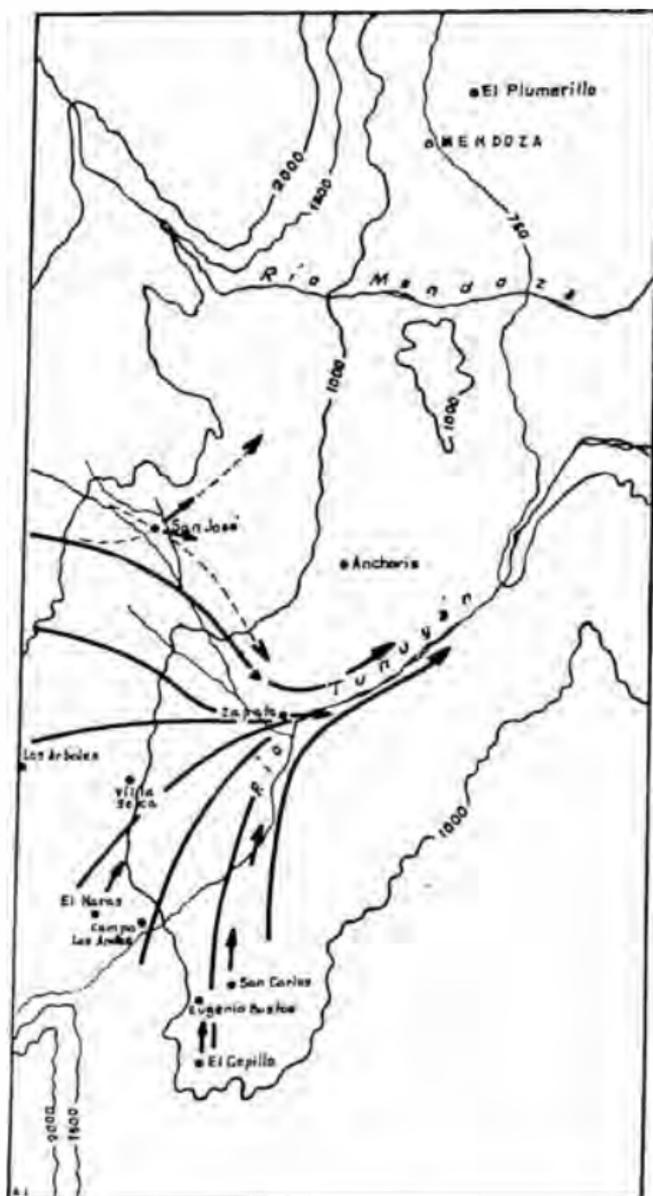


FIG 195 — Líneas de corrientes en superficie, según J. G. Edinger.

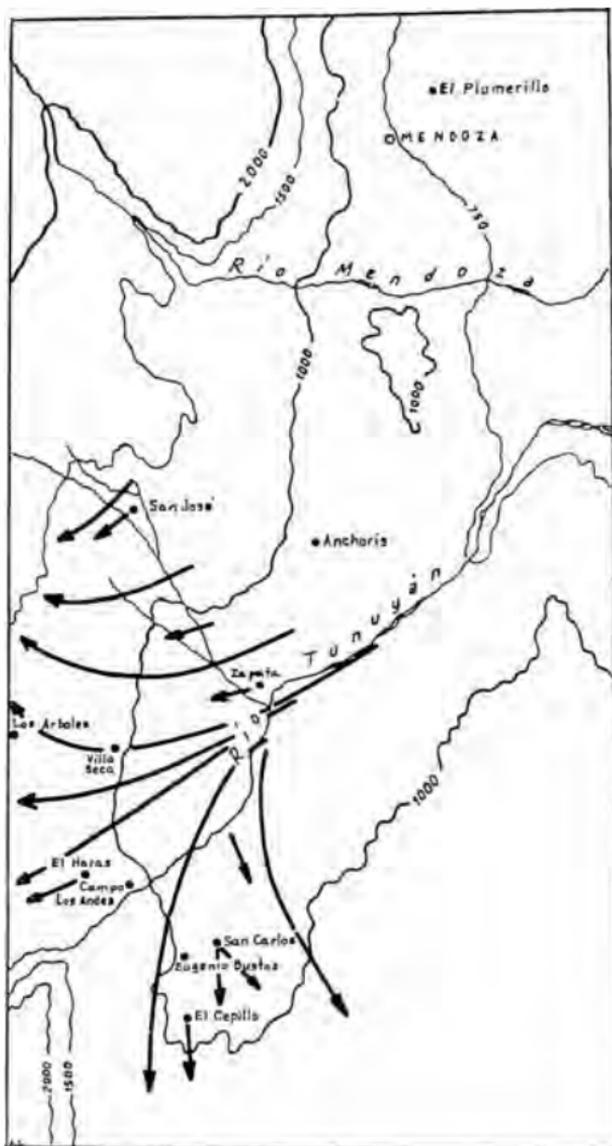


FIG. 196 — Líneas de corrientes en superficie, según J. G. Edinger.

de las pendientes está en los límites adecuados para que tal cosa ocurra en la localidad de El Hara, algo inferior en la de Villa Seca, y bastante más bajo en Eugenio Bustos.

3. — Otros factores, que no han podido ser estudiados por falta de información, aunque se les puede adjudicar una importancia inferior comparados con los dos mecanismos mencionados anteriormente, serían los efectos de evaporación y condensación.

Por todo lo que antecede, y considerando "entonces que el enfriamiento importante tiene lugar solo muy cerca del suelo y que aparte de eso el único cambio de temperatura es debido a compresión adiabática", Edinger cree que se debe "postular que todo aire de la capa fría compuesta debe estar en contacto con el suelo alguna vez durante la noche. El aire encontrado en las porciones más altas de la capa fría puede muy bien haber comenzado a enfriarse por algún lado, en contacto con las laderas en las partes más altas del valle. Aquí habría estado enfriándose aproximadamente lo mismo que en el centro del valle, hasta el momento en que empezó a correr por la ladera".

A partir de este momento, hay que distinguir dos masas de aire. Una es la enfriada sobre la ladera, que inicia un movimiento descendente, y que en adelante se enfriará menos rápidamente a causa de la compresión adiabática. La otra, en contacto con el fondo de la playa, está en reposo o se mueve en sentido horizontal, sin compresión adiabática, y por lo tanto no sufre ningún cambio en el ritmo de enfriamiento.

En consecuencia, el aire que desciende sobre las laderas, menos frío y más denso, se deposita sobre el fondo de la playa, más frío y más denso. Sobre éste, el aire descendente termina su enfriamiento, mientras continúa el de la capa en contacto con el suelo. "De este modo se forma no solo una inversión fuerte en superficie, sino también una capa superpuesta, menos estable, pero que puede tener profundidades apreciables".

Ahora bien, en el valle hay más de una fuente de aire frío que puede explicar la formación de varias inversiones y la complejidad de la capa fría; especialmente cuando ellas tienen características diferentes. Éstas son:

1. — La suave pendiente que comienza unos 50 km al S de Eugenio Bustos.

2. — La ladera W de unos 60 km, con pendiente fuerte al co-

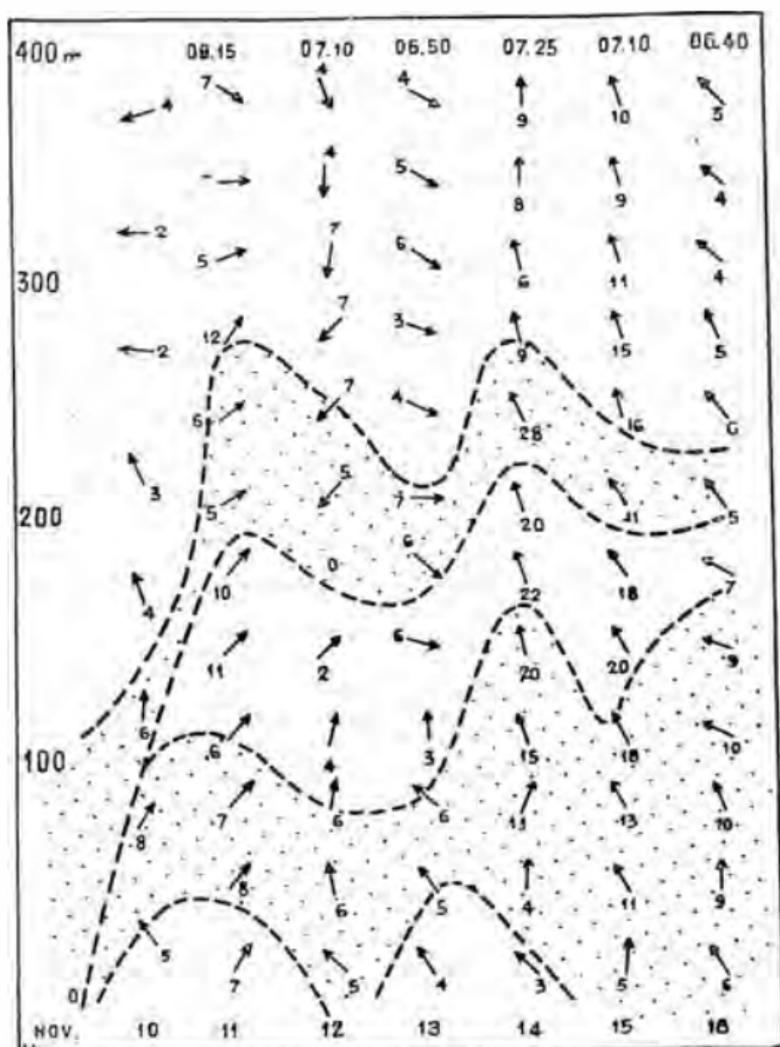


FIG. 197 - Corte vertical de vientos en altura, de acuerdo con datos de El Ca-pacho (10 al 16 de noviembre de 1961), según J. G. Edinger.

mienzo y atenuada en la parte media, hasta confundirse en la parte inferior con la playa y cuyo aporte ya ha sido explicado.

3. - El profundo y estrecho cajón por el cual el Tunuyán sale de la montaña.

4. - "El pequeño, pero bien definido canal de drenaje del valle de Tupungato"

Es probable que en aquellos lugares donde solo se produce una inversión, se deba al predominio de uno de los flujos, quizás el del S.

Si bien es cierto que no se conoce la acción de las nubes por falta de observaciones, se puede suponer que ellas complican los procesos al reducir el enfriamiento en superficie.

b) *Flujo de aire en superficie.* "Todos los días, excepto el 13 de noviembre, el flujo en superficie en el valle responde bien a un flujo de gravedad, bajando por los costados del valle hacia su centro. Y el día 13 la aparente anomalía resulta más plausible al estudiar las notas del observador: . . . *una capa alta de nubes de onda orográfica, con buen foehn gap al oeste, más abajo unos altocúmulos fluctuantes, paralelamente a la montaña. Los vientos en la parte oeste del valle parecían definitivamente ladera arriba.*

Esta descripción recuerda la circulación invertida que se forma por debajo de las *nubes del rotor*, en condiciones de fuerte onda orográfica: vientos bajando por la montaña, por debajo del *foehn gap*, pero exactamente opuestos por debajo de las nubes de rotor, con movimiento vertical donde chocan los dos flujos. Aparentemente los Andes, con sus ondas intensas, pueden alterar el tiempo en esa región, inclusive hasta sobrecompensar el drenaje nocturno".

e) *Condiciones sinópticas.* La formación de capas de aire estables pronunciadas, por enfriamiento nocturno, se lleva a cabo en los períodos interfrontales. Los frentes, la nubosidad y la actividad en los primeros impide la formación de inversiones en todo el valle.

Por otra parte, parece ser que luego del paso de un frente, la primera noche es la más fría, pues las masas de aire se van calentando como en cualquier otro lugar y los enfriamientos nocturnos subsiguientes arrancan de valores térmicos cada vez más altos. Este proceso no se cumplió en el último período interfrontal analizado, pero el mismo presentó nubosidad variable que explicaría la alteración del ritmo, lo cual parece ser normal.

Luego de estas interesantes experiencias, conclusiones e hipótesis relativas a las condiciones de la atmósfera dentro de la depresión de los Huarpes, se hará el estudio descriptivo circunscripto a la localidad de San Carlos, que ofrece una serie prolongada de datos ciertos.

Dos características fundamentales del clima local de San Carlos se ven a simple vista (Fig. 198): 1) la existencia de un verano muy corto; 2) invierno y estaciones intermedias muy largas; 3) falta de

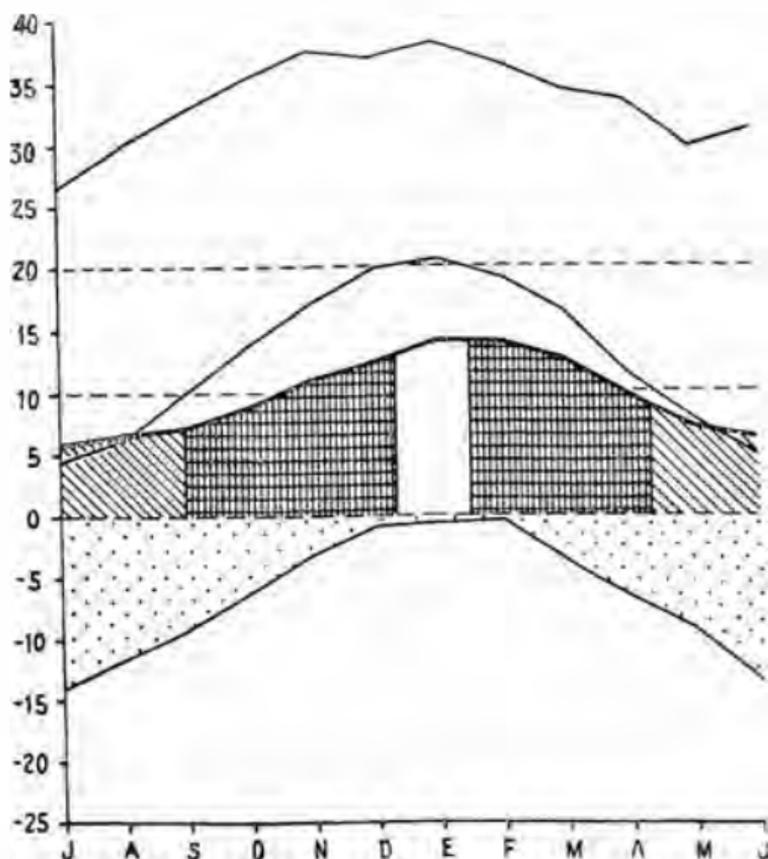


FIG. 198 - San Carlos.

estaciones intermedias libres de heladas; y 4) puede helar todo el año, incluido el verano.

Puede adelantarse desde ya que, junto con Malargüe, situada a los  $35^{\circ} 29'$  de latitud y 1.418 m s/nm; es decir, mucho más austral y elevada, San Carlos es la localidad más fría de las que, por poseer observatorio, serán analizadas.

La primavera, con unos 100 días de duración, comienza en setiembre y finaliza en la primera semana de diciembre. Las temperaturas mínimas absolutas van de  $-9,5^{\circ}$  en setiembre a  $-1,0^{\circ}$  al finalizar la estación. Las máximas absolutas, ascienden desde  $32,5^{\circ}$  al co-

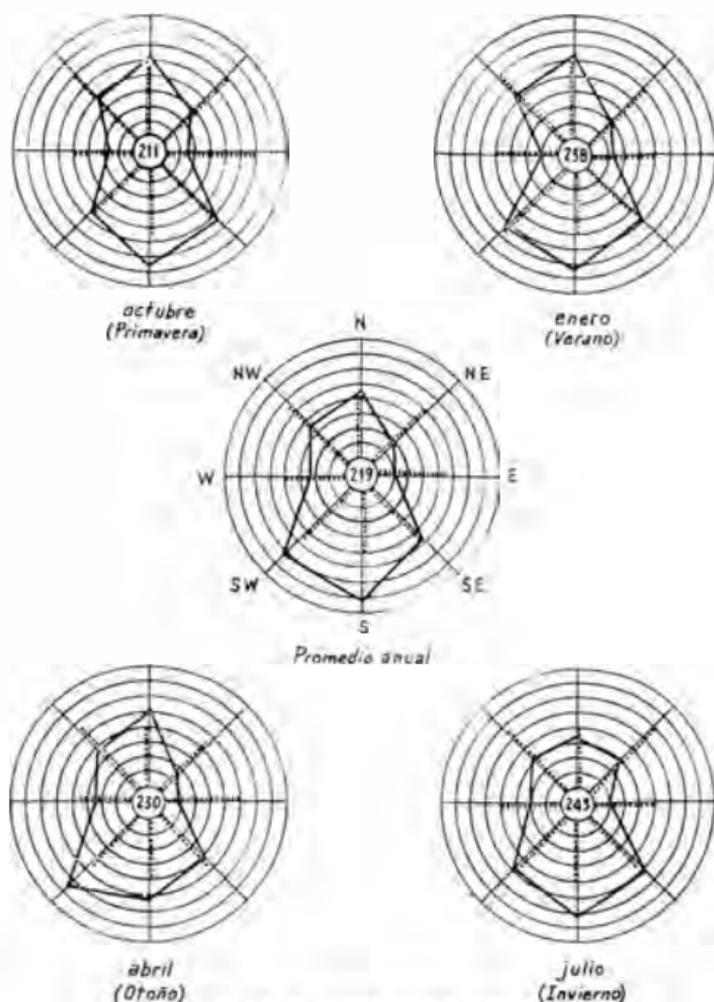


FIG. 199 — Vientos en San Carlos.

mienzo de la primavera, hasta los  $37,5^{\circ}$  en el mes de noviembre, que presenta mayor valor que diciembre. En cuanto a las temperaturas medias, como todas las estaciones intermedias, oscilan entre  $10$  y  $20^{\circ}$ .

La tensión de vapor aumenta continuamente desde setiembre ( $7,0$  mm) hasta la terminación de la estación ( $14,0$  mm).

Tomando a noviembre como mes central de la primavera, se

observa (Fig. 199) un pronunciado estiramiento de la rosa de los vientos en el mismo sentido longitudinal de la depresión, que responde, casi seguro, a los movimientos advectivos generales. Predominan los vientos del S (163  $^{\circ}/_{100}$ ), los del SE (136  $^{\circ}/_{100}$ ) y los del N (129  $^{\circ}/_{100}$ ). Poco frecuentes son los de las vertientes W y E (49 y 35, respectivamente). También es baja la frecuencia media de calmas, que solo llega a 211  $^{\circ}/_{100}$ . Las mayores velocidades medias corresponden a los rumbos NE, E y NW.

Como en toda la planicie mendocina, la mayor frecuencia de días de cielo cubierto corresponde al invierno y de cielos descubiertos al verano; pero con una notable excepción que corresponde al mes de enero (Fig. 200).

Las precipitaciones totales (331 mm), son las más altas de las localidades en consideración, y presentan dos máximas y dos mínimas correspondientes a los meses de octubre y enero, las primeras; y a diciembre y julio, las segundas. La primera máxima es paralela al aumento de intensidad y frecuencia de las precipitaciones; en cuanto a la segunda, el paralelismo desaparece con respecto a la intensidad que se desplaza hacia febrero, cuando ya la frecuencia marca una sensible declinación, determinando el menor volumen de agua respecto del mes anterior. De las mínimas, la de julio está de acuerdo con la baja frecuencia de las precipitaciones, pero no con la intensidad, que alcanza valores muy altos. La segunda marca un evidente contraste con la frecuencia, que es máxima.

El balance entre precipitación (331 mm) y la evapotranspiración potencial total anual (699 mm) arroja un déficit de lluvias anuales que alcanza a los 377 mm; es decir, uno de los menores de las planicies mendocinas. Incluso, durante cuatro meses, las precipitaciones superan las exigencias de la evapotranspiración potencial y hay reposición de agua en el suelo (mayo a julio, inclusive).

Dentro de este panorama anual, la *primavera* se caracteriza por un cielo cuya frecuencia de días cubiertos es intermedia entre el verano y el invierno, y de días despejados como en invierno. La frecuencia de precipitaciones alcanza al máximo anual y la intensidad es muy elevada. En consecuencia, el volumen total de agua caída corresponde a la máxima primaria del año y como los índices de evapotranspiración, bajo el cielo indicado y con temperaturas bajas con alto índice de heladas, el déficit de agua es pequeño.



For. 21 — Viñedos bajo riego, en el piedemonte, sección norte (Ch. de Coria).



For. 22 — Los fondos de los *uadis* secos sirven de sitio para instalaciones humanas de pastores.

En suma, para las características generales de Mendoza, la primavera de San Carlos resulta fría, nubosa, con precipitaciones abundantes, frecuentes e intensas, y un déficit de agua más pequeño aún que el del otoño.

*El verano*, que no está libre de heladas, es muy corto: solo unos 36 días. Comienza en la primera década de diciembre y termina a mediados de enero.

La temperatura máxima absoluta mayor del verano es poco más alta que la de la primavera; llega a 38° y las medias a 20,5, ambas en el mes de enero. Las mínimas absolutas se mantienen en casi un grado bajo cero. La tensión del vapor, como en todas las localidades, llega al valor máximo; en este caso a 14,0 mm.

No hay cambios fundamentales en la frecuencia de los vientos. A lo sumo puede anotarse un pequeño aumento en la frecuencia de los del SW y disminución en los SE y NE. Cosa muy semejante ocurre con las velocidades medias por direcciones.

Le corresponden a esta estación los más bajos índices de cielo cubierto, como ocurre en las localidades vistas con anterioridad; pero presenta la particularidad de tener la frecuencia de días claros más baja de todo el año. Esto pone en evidencia una alta frecuencia de cielos parcialmente cubiertos y variables que, sin duda, complica enormemente el esquema trazado para la formación de la capa fría en toda la depresión de los Huarpes, y las inversiones, además, de la marcha de las temperaturas.

Con el máximo de frecuencia de precipitaciones, es una estación lluviosa, a la escala mendocina, pero como la intensidad es moderada y la evapotranspiración la más alta anual, siendo aún de las más bajas de Mendoza, el déficit es solo de unos 80 mm. En ninguna otra localidad de la planicie se registra en enero un valor de este tipo.

Los tormentas eléctricas, que comienzan en la primavera, alcanzan la mayor frecuencia en enero. El granizo tiene índices muy bajos y el grueso de las pérdidas de la agricultura provienen de las heladas.

*El otoño*, que comienza a mediados de enero y se prolonga durante la primera década de abril, tiene una duración aproximada de 85 días. No tiene período libre de heladas.

Las temperaturas mínimas absolutas descienden a valores muy bajos (-7,5°) a la terminación de la estación. Las máximas absolu-

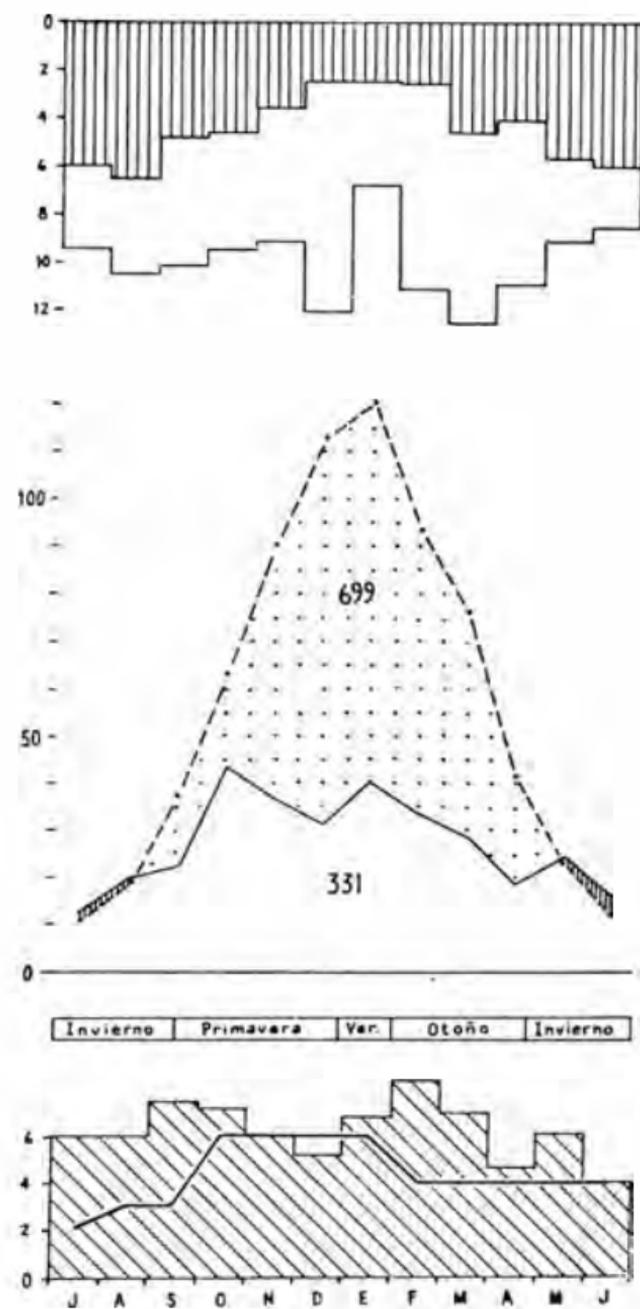


FIG. 200 — San Carlos.

tas oscilan entre 37,5 y 32,5°. El contenido de vapor de la atmósfera, según los valores de la tensión del vapor (14,0 mm a 9,0 mm), es elevado, más que en las demás localidades de la planicie mendocina durante el otoño.

En relación directa con la tensión del vapor, las precipitaciones son abundantes porque, aunque de baja frecuencia, son las más intensas del año.

Los días de cielo cubierto son cada vez más frecuentes y los de cielo claro, que alcanzan el máximo en febrero, decrecen rápidamente, hasta la llegada del invierno, que es la estación a la cual le corresponde el mínimo.

La evapotranspiración potencial, que al comenzar la estación es de 107 mm, desciende a 36 a la terminación de la misma, y el déficit de precipitaciones disminuye rápidamente hasta llegar a los 16 mm.

No existen cambios dignos de mencionar en el régimen de los vientos. Las tormentas eléctricas todavía son frecuentes, mientras que el granizo tiende ya a desaparecer.

El *invierno* es la estación más larga del año, unos 142 días. Comienza el 10 de abril, más o menos, y finaliza junto con el mes de agosto.

Las heladas son muy frecuentes e intensas, como que las temperaturas mínimas absolutas descienden a  $-14,0^{\circ}$ . Las máximas absolutas, en cambio, alcanzan a valores muy altos que oscilan entre 32,0 y 26,5°, poniendo de manifiesto la continentalidad del clima local, común al resto de la provincia. Las temperaturas medias oscilan entre 10,0 y 4,5°.

El contenido de vapor de agua de la atmósfera es bajo y las lluvias son las más escasas del año, pues si bien son intensas, en cambio tienen la mínima frecuencia anual. Pero las bajas térmicas, más la máxima frecuencia anual de cielos cubiertos, originan un fuerte descenso de la evapotranspiración potencial. De este modo la disminución del déficit de agua que comienza en el otoño, se acentúa, y a partir de mayo las precipitaciones no solo son suficientes, sino superiores a las necesidades de la evapotranspiración potencial y se produce un período de reposición de humedad al suelo. Esto ocurre hasta el mes de julio. Cabe destacar que solo en San Carlos y Malargüe existe un período sin déficit de precipitaciones.

### *Sección S del piedemonte: Malargüe*

Entre el umbral que limita por el sud a la depresión de los Huarpes, la sierra de San Rafael, el Nevado, la meseta del Payén y la cordillera, se encuentra la depresión de Llanquanelo (Fig. 118). En su extremidad SW, sobre el mismo piedemonte andino, muy cerca ya de la Payenia, se encuentra la villa de Malargüe. Su situación no solo es interesante climáticamente, sino que su observatorio es la única fuente de datos ciertos en la inmensa extensión del SW mendocino.

La villa está situada a los 35° 29' de latitud S y 1.418 m de altura s/nm. Se encuentra entre la gran montaña del W, que a solo 24 km se levanta a 2.777 m (C<sup>o</sup> Alto) y a los 35 a 3.700 m, y la depresión de Llanquanelo, que a 5 km al este y a 1.400 m s/nm, presenta los primeros bañados y salinas. Con más precisión, la villa se encuentra instalada en la playa, casi en el contacto mismo con el glacis (Fig. 201).

Cerrada hacia el W por el paredón andino, la villa está ampliamente abierta hacia el N y también hacia el NE, por cuanto el Nevado se encuentra a 100 km de distancia. Por el S, muy pronto comienzan las elevaciones de la Payenia. Se levantan el Chiufo (1.830 m), la sierra de la Ventana (2.300), el C<sup>o</sup> Tronquimalal (2.685 m) y finalmente la Sierra de Palauco (3.000 m). Entre la sierra de la Ventana y la de Palauco hay una puerta abierta al S, que comunica con el tramo longitudinal y estrecho del río Grande, entre la cordillera y la meseta del Payén.

La predominancia absoluta de los vientos del NE (171<sup>o/100</sup>) y la elevada frecuencia de los del cuadrante SW (100), pone de manifiesto la influencia del terreno en los rumbos de las masas de aire advectivas.

El carácter de su clima local está bien reflejado en el paisaje. Además, la villa subsiste, fundamentalmente, por la actividad minera y la ganadería extensiva, de calidad inferior, basada en el aprovechamiento de los pastos naturales. No obstante el riego, solo algunos cuadros de forrajeras (alfalfa) constituyen el único exponente de actividad agrícola.

En verdad, Malargüe se encuentra en un punto de transición de interés climático, biológico y humano, entre los Andes, las llanuras mendocinas y la Payenia; entre el N del país y la Patagonia.

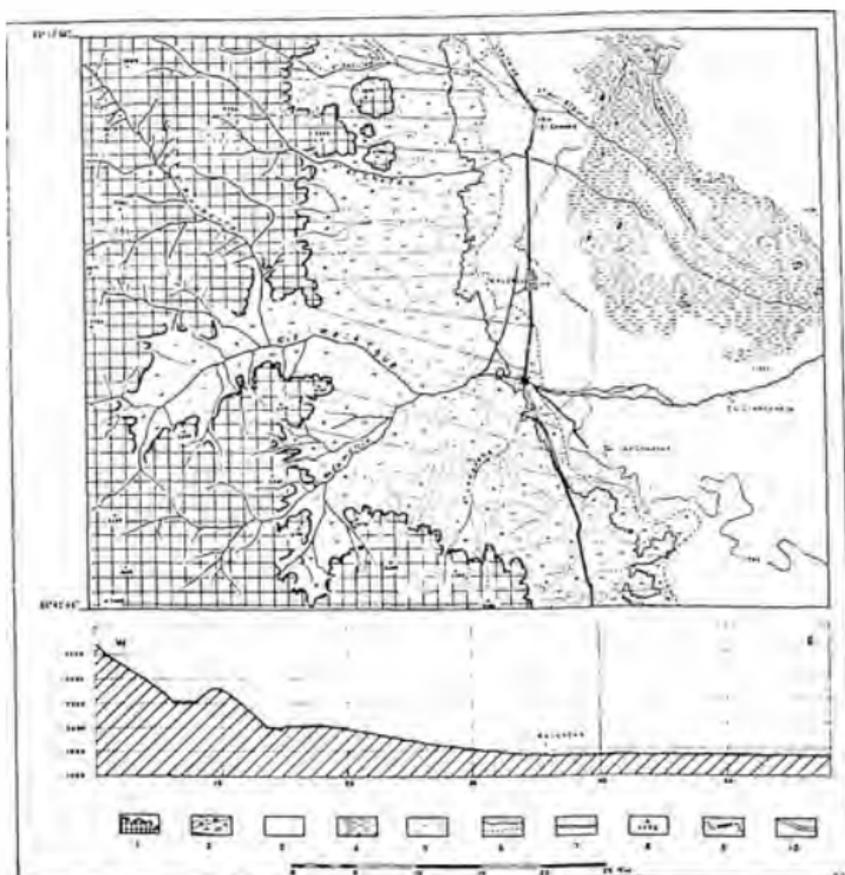


FIG. 201 — Bosquejo geomorfológico de Malargüe: 1) montaña; 2) glacis principal; 3) playa o bajada; 4) depresión de Llanccanco y ciénegas; 5) salinas; 6) cursos permanentes y temporarios; 7) canal de riego; 8) curvas de nivel, y 9) camino.

Tres aspectos fundamentales caracterizan el clima local y se los puede extender, sin gran peligro de error, a todo el SW mendocino: 1) falta de verano térmico y sustitución de éste por un período libre de heladas, que separa el otoño y la primavera; 2) las bajas temperaturas, que en invierno pueden alcanzar a los  $-27,0^{\circ}$ ; 3) régimen de precipitación invernal, con una máxima secundaria en otoño; y 4) un período (mediados de marzo a mediados de agosto), de balance hídrico favorable con almacenaje de agua útil (128 mm).

El total de las precipitaciones anuales es de 199 mm y la evapotranspiración potencial alcanza a los 667; es decir, únicamente durante los meses de invierno las precipitaciones son suficientes, y el resto del año son deficientes.

No habiendo verano, la primavera y el otoño quedan separadas por un período libre de heladas que no se puede atribuir a ninguna de las dos estaciones y que por tanto se trata por separado, como si fuera una estación más.

La *primavera*, más larga que el otoño, comienza en la primera semana de setiembre y termina en la última de diciembre. Las temperaturas máximas absolutas, durante esta estación, son muy bajas ( $-8,5$  a  $0^{\circ}$ ), los valores de las temperaturas medias ascienden solo a  $19,5^{\circ}$ , mientras que las máximas absolutas oscilan entre  $31,5$  y  $33^{\circ}$ , al finalizar la estación. De otro modo, bajo cielos claros frecuentes y serenos, la fuerte radiación en atmósfera seca, facilita los ascensos térmicos diurnos y las bajas nocturnas por irradiación, semejante a San Carlos (Fig. 202).

El contenido de agua en la atmósfera primaveral es muy bajo ( $6,0$  a  $11,0$  mm), lo cual está de acuerdo con la pobreza de las precipitaciones.

Altas frecuencias de días de cielo claro y baja de cielos cubiertos y vientos del NE que han atravesado la extensa y seca depresión de Llanquanelo. La evapotranspiración alcanza índices altos. En consecuencia, el déficit de precipitaciones, que al comienzo de la estación es de solo 32 mm, se eleva, al finalizar la misma, a 105 mm. Quizá más secos que los vientos del NE, sean los del SW, W y NW, que justamente alcanzan su mayor frecuencia en primavera. Esto explicaría que la evapotranspiración de primavera supere a la del otoño (Fig. 203 y 204).

El período libre de heladas es muy corto, solo de unos 21 días. Las temperaturas mínimas absolutas oscilan entre 0 y  $1,5^{\circ}$ , mientras que las máximas no presentan ninguna variante en tres meses; es decir, desde diciembre (primavera) a febrero (otoño), se mantienen en  $38,0^{\circ}$ . Los valores térmicos medios alcanzan a los  $19,5^{\circ}$ .

La tensión del vapor, que desde los últimos días de la estación anterior sufre un marcado aumento, culmina en enero con 11,5 mm, para iniciar de inmediato un lento descenso.

Es durante este período libre de heladas que los vientos del NE alcanzan la máxima frecuencia ( $312 \text{ }^{\circ}/\text{m}$ ). Entre éstos y las calmas se reparten el  $713 \text{ }^{\circ}/\text{m}$  de frecuencias.

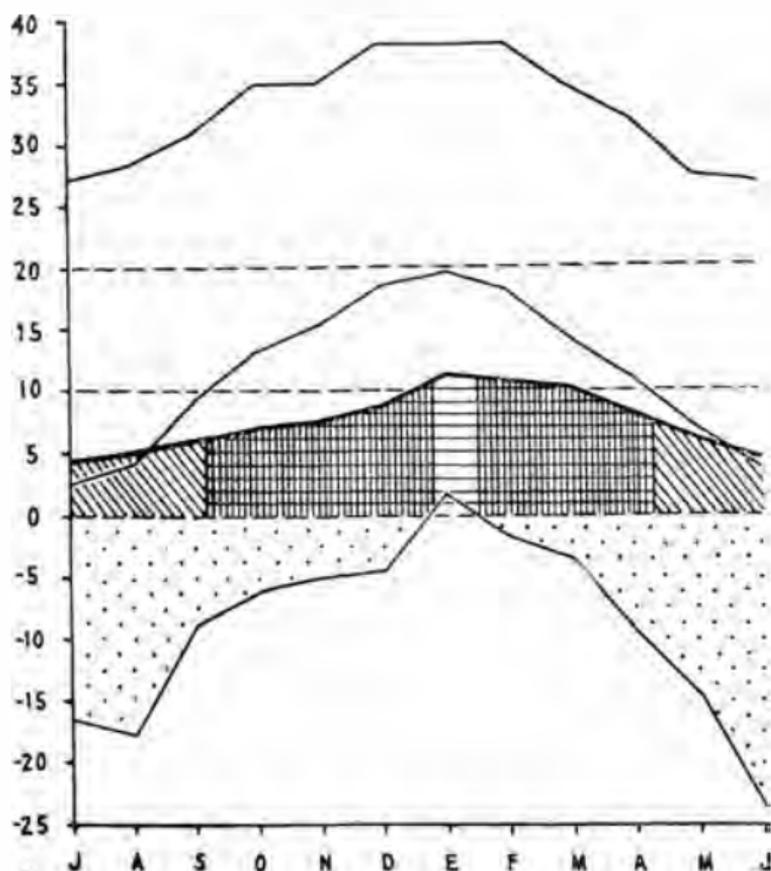


FIG. 202 — Malargüe.

Los días de cielo cubierto descienden al mínimo y los de cielo claro al máximo. Las precipitaciones son muy escasas, contrariamente a la tensión del vapor, y como la evapotranspiración potencial es máxima, se produce el mayor déficit de agua del año (107 mm).

Con el otoño vuelven los fríos intensos ( $-10,0^{\circ}$  en abril) y las heladas aumentan rápidamente de frecuencia.

Las temperaturas máximas absolutas descienden a  $30,5^{\circ}$  mientras que las medias solo alcanzan a  $19,5^{\circ}$ .

Si bien la frecuencia de días de cielo cubierto ha aumentado, si-

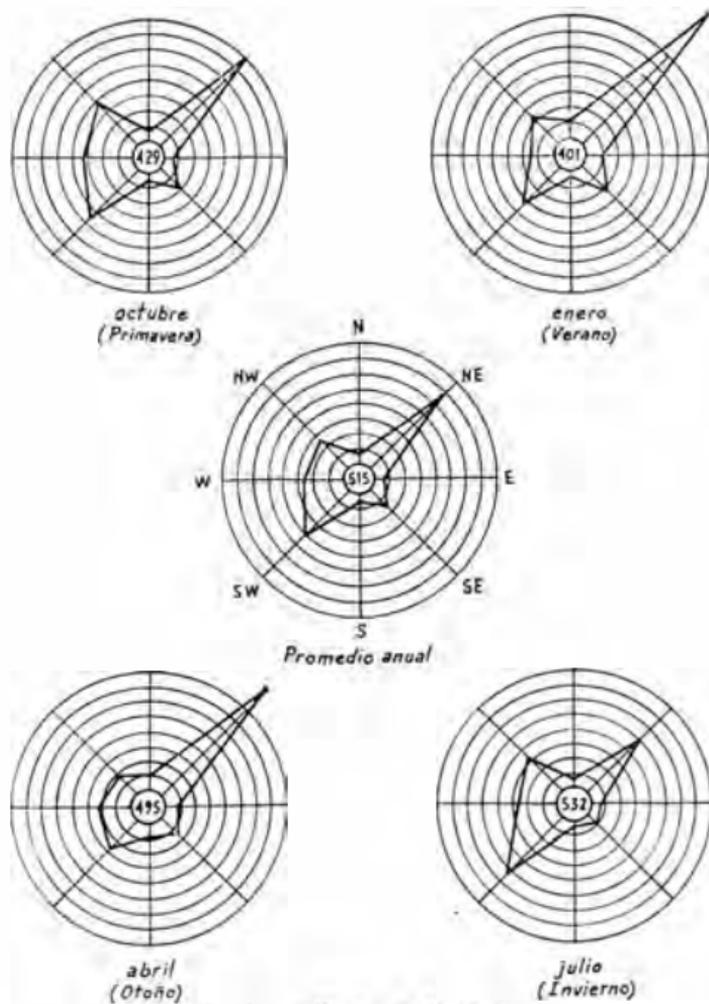


FIG. 203 — Vientos en Malargüe.

que siendo baja, pero los días de cielo claro alcanzan la mayor frecuencia del año.

Durante esta estación se produce la máxima secundaria de precipitaciones, que en febrero llegan a 21mm, pero que al final del otoño descienden ya a la mitad de la cifra anterior y producen el mínimo secundario. El déficit de agua no solo disminuye, sino que ya es inferior al de la primavera.

Los vientos del NE son menos frecuentes que en el verano, pero las calmas sufren un fuerte aumento.

El invierno de Malargüe solo guarda un cierto parecido con el de San Carlos; pero es distinto a las demás localidades de las planicies mendocinas, excepto al Payén.

Las temperaturas mínimas absolutas son muy bajas y descienden hasta  $-23,5^{\circ}$  en junio; las heladas, muy fuertes, casi diarias, todo el invierno.

El segundo rasgo a destacar es la producción, en esta estación, de la máxima primaria de las precipitaciones, que en agosto alcanza a los 36,9 mm. Por otra parte, éstas superan a la evapotranspiración potencial, que es muy baja a causa del frío invernal, la alta frecuencia de días de cielo cubierto y la baja de cielos claros. En consecuencia, no solo hay déficit de precipitaciones sino que la cantidad de agua repuesta al suelo (almacenaje de agua útil) llega a 128 mm.

En cuanto al régimen de vientos, se advierte que las calmas han alcanzado una frecuencia de 552  $\frac{1}{100}$ ; los vientos del NE descienden a la mínima frecuencia anual, mientras a los del SW les corresponde el máximo.

Malargüe se puede comparar con San Carlos. Ambas localidades son frías y si bien la primera tiene mínimas absolutas mucho más bajas y mayor frecuencia de heladas, la segunda carece de período libre de heladas, aunque, contrariamente, posee verano.

Los vientos en Malargüe evidencian las mismas influencias geomorfológicas que en San Carlos, pero tienen el doble de frecuencia de calmas.

Las dos localidades tienen un período de igual duración en el cual las precipitaciones no solo satisfacen, sino que exceden a las exigencias de la evapotranspiración potencial; pero, en San Carlos comienza y termina 15 días antes. Sin embargo, la gran diferencia entre ambas localidades radica en la cantidad total de agua repuesta al suelo. Mientras en Malargüe llega a 128 mm, en San Carlos es de solo 14.

En las dos localidades el almacenaje de agua útil se produce como consecuencia del fuerte descenso de la evapotranspiración potencial a causa de las bajas térmicas, la mayor frecuencia de días cubiertos y la disminución de los días claros; pero, además, en Malargüe coincide con la época de mayores precipitaciones y en San Carlos con la de mínimas.

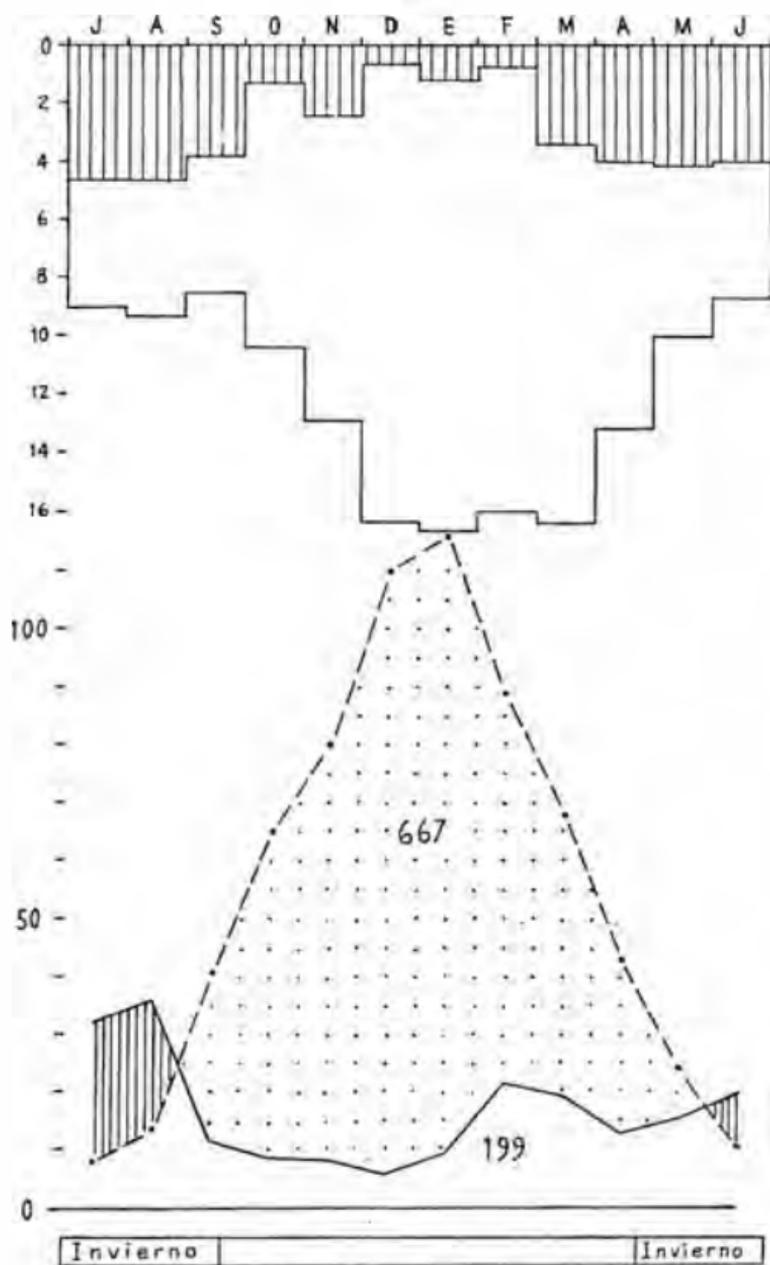


FIG. 204 - Malargüe.

Ninguna de las localidades estudiadas anteriormente (Mendoza, El Plumerillo y San Martín), se asemeja a Malargüe.

Contrariando el propósito de no realizar interpolaciones entre localidades muy alejadas, se han calculado valores de elementos climáticos fundamentales para la localidad de El Nihuil.

Para calcular los valores correspondientes a la mencionada localidad, se ha partido de los datos meteorológicos de la misma correspondientes a los años 1950 y 1951, comparados minuciosamente, día por día, a las mismas horas, con los de Malargüe y San Carlos. Esta última localidad presentó un mayor parecido con la de El Nihuil.

De la interpretación de los datos mencionados, de la observación en el terreno, de las referencias de los pobladores y del estudio de las cartas topográficas, se obtuvieron las conclusiones que se expondrán, reiterando, previamente, la relatividad de los datos obtenidos.

El Nihuil se encuentra al NE del embalse del mismo nombre, a los 35° 07', aproximadamente, de latitud S y 1.287 m de altura sobre el nivel del mar.

Junto al mismo cañón del Atuel, en un ángulo de contacto entre el bloque de San Rafael o revés de la cuesta de los Terneros y la Payenia, dentro de la depresión de Llancañelo, se encuentra ampliamente abierta hacia el SW. La cordillera dista ya 95 km.

La regularidad de las curvas de temperaturas medias (Fig. 205) está determinada por la marcha aparente del Sol a lo largo del año; no hay agentes especiales capaces de introducir modificaciones en este ritmo.

Alcanza la mayor altura térmica media en diciembre y enero (20 a 22°), y desciende al mínimo en junio y julio (0 a 5°). De marzo a mayo oscilan entre 8 y 17°. Valores similares se registran entre septiembre y noviembre.

Los valores registrados, para compararlos con una localidad conocida, son paralelos a los de Mendoza; pero se mantienen unos dos grados más bajos que éstos. Difieren más en verano e invierno, que en primavera y otoño.

Las temperaturas máximas (Fig. 206) absolutas oscilan entre 37 y 40° en los meses de noviembre a febrero, y descienden a valores entre 28 y 30°, de junio a agosto, hasta los cuales va bajando regularmente desde marzo. A partir de agosto suben rápidamente.

Las temperaturas mínimas absolutas (Fig. 207), que registran valores bajo cero en la totalidad del año, oscilan entre -10° y -18, de

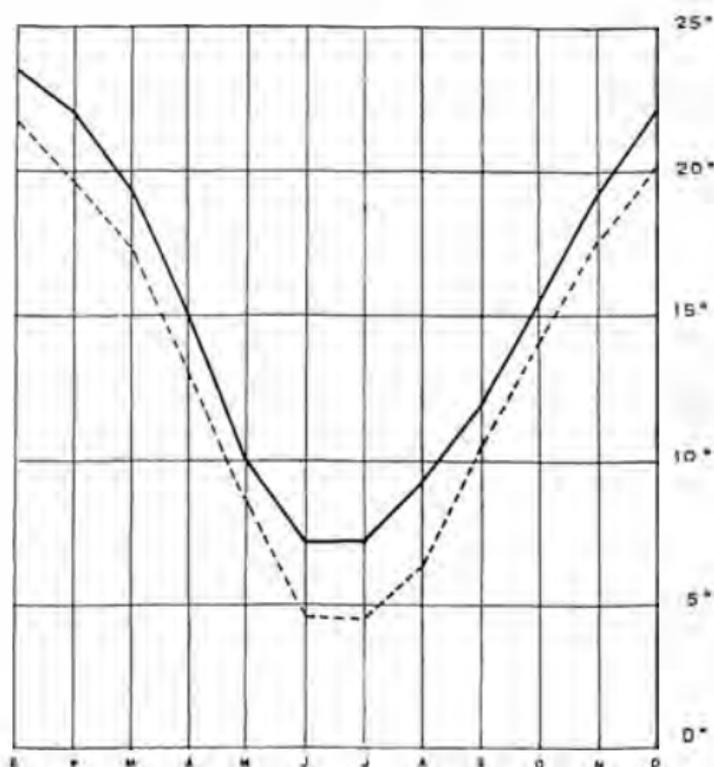


FIG. 205 — Temperaturas medias: — Mendoza — — — Malargüe.

mayo a setiembre. El resto del año lo hacen entre  $-10$  y  $-12$ . El mes más frío es julio, con  $-18^{\circ}$ . Sin embargo, según informe verbal del observador meteorológico de la localidad, en el mes de julio de 1951, fue de  $21^{\circ}$  bajo cero. El agua del embalse se congeló completamente, permitiendo el deslizamiento de improvisados trineos con personas.

La curva de temperaturas mínimas absolutas es paralela a la de Mendoza, pero mucho más baja, con diferencias de hasta  $10^{\circ}$ .

En general, puede admitirse la predominancia de los vientos procedentes del NE, en primer lugar y en lo cual ha de jugar un grau

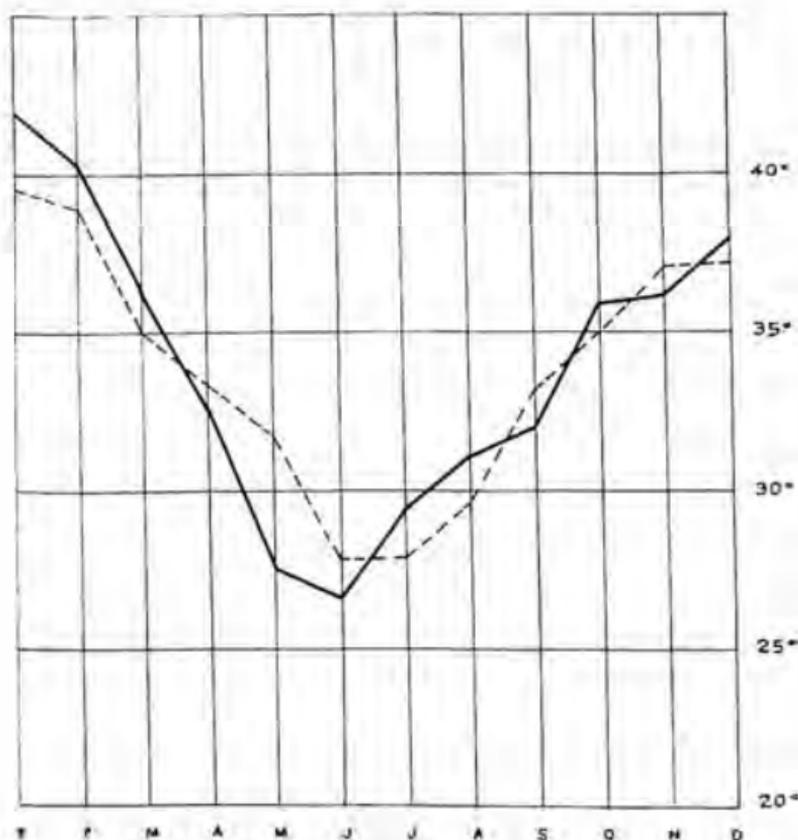


FIG. 206 — Temperaturas máximas absolutas: —, —, Mendoza - - - - - Malargüe.

papel la orientación del cañón del Atuel. Le siguen los del SW. A las pocas estadísticas disponibles se suman los informes de los lugareños y la orientación de los médanos, que confirman lo expuesto. La predominancia de los vientos mencionados es bastante notable, mientras que los del SE y NW están casi ausentes, y el resto de las direcciones apenas se hacen notar a lo largo del año.

Las precipitaciones no son comparables en forma estricta con ninguna de las localidades estudiadas; pero la observación del paisaje hace presumir la existencia de un régimen irregular, tanto en promedios anuales, como mensuales.

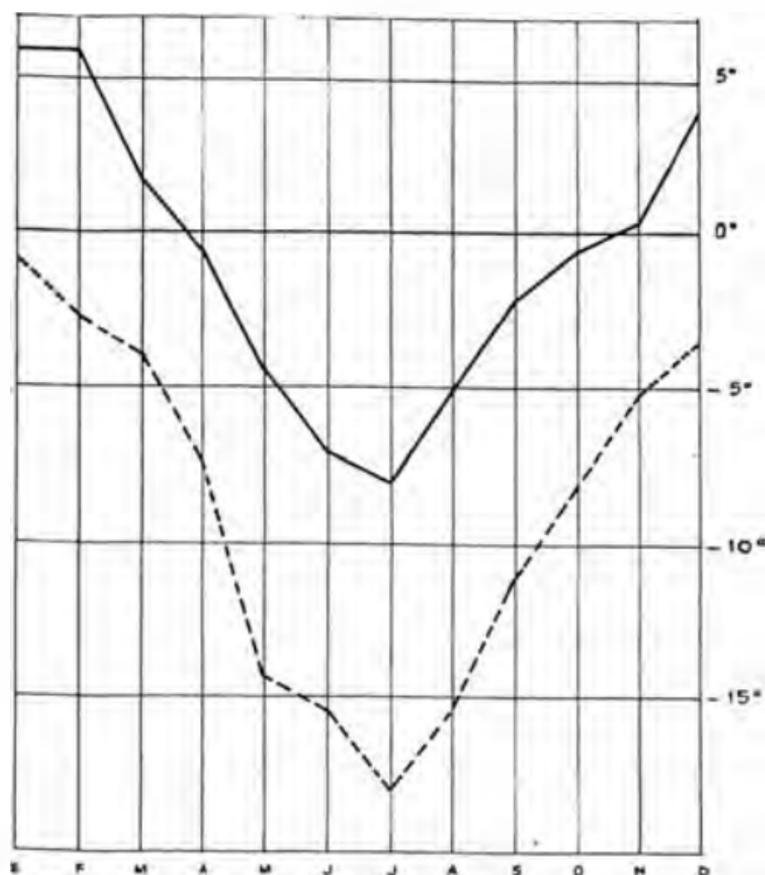


FIG. 207 - Temperaturas mínimas absolutas: ..... Mendoza ..... Malargüe.

El promedio anual es de unos 240 mm, dentro del cual el máximo se concentra en el trimestre diciembre-febrero con 78 mm. Al trimestre frío (julio-agosto), le corresponden 32; el resto cae en las estaciones intermedias. La evapotranspiración potencial oscila entre 650 y 700 mm anuales, con lo cual hay que admitir un déficit de lluvias entre 410 y 460 mm. Este gran déficit explica, por sí solo, una de las razones fundamentales por las cuales el embalse no ha podido

alterar las condiciones del clima, tal cual como lo suponen algunos, especialmente sanrafaelinos.

El invierno térmico (período con temperatura media inferior a 10°), comenzaría a fines de abril y terminaría a fines de setiembre. El verano, la estación más corta (período con temperaturas medias superiores a 20°), se inicia a fines de diciembre y termina en la primera década de febrero.

Las heladas, que pueden esperarse durante nueve meses del año, comienzan en marzo y terminan en noviembre, con un máximo de frecuencia de marzo a setiembre.

Es evidente que hay grandes diferencias entre El Nihuil, en el extremo NE de la depresión de Llancanelo, y Malargüe, en la extremidad NW, y refirma esto la idea de evitar las generalizaciones o extender muy allá las vigencias de localidades, especialmente cuando ocupan situaciones geomorfológicas muy circunscritas. Si las estadísticas de El Nihuil y San Rafael fueran más correctas, se ensayaría una comparación entre ambas, pues se encuentran a solo 50 km de distancia, una en el frente y otra en el revés de la cuesta del bloque de San Rafael, para demostrar lo que se acaba de decir.

Además, San Rafael está ya, aunque en situación muy especial, dentro de la llanura mendocina, como se verá en el siguiente capítulo relativo a la llanura.

## CAP. XII. — CONCLUSIONES

### EL CLIMA ZONAL

De acuerdo con el análisis precedente (Cap. I y II), Mendoza se encuentra íntegramente dentro de la zona templada argentina, caracterizada por un gran dinamismo atmosférico y la acción del frente polar.

En primer lugar, ejerce influencia en el clima mendocino el anticiclón subtropical semipermanente del Atlántico. No obstante la enorme distancia a que éste se encuentra, la masa de aire que emite, cálida y húmeda, llega hasta la cordillera. Es prácticamente la única fuente de aprovisionamiento de agua precipitable. Su alcance fluctúa con la época del año. Es mayor en verano que en invierno a causa del desplazamiento anual de los grandes anillos de circulación atmosférica y el establecimiento del puente de alta presión invernal.

El comportamiento de las precipitaciones confirma lo dicho. Existen tres fajas longitudinales, de E a W, de las cuales la central es más seca que la oriental debido al mayor agotamiento y menor alcance de aire húmedo del NE. El aumento de precipitaciones que se registra en la franja occidental o del piedemonte, se debe a una excitación de tipo orográfico. La distribución de la tensión del vapor es bien demostrativa del origen de la humedad que luego se precipita en forma de lluvia.

El ritmo de penetración de la masa de aire cálida y húmeda, a lo largo del año, se pone en evidencia a través de las distintas posiciones de la isohieta de 63 mm. Además, explica la iniciación de las precipitaciones en setiembre y la finalización en marzo o abril. También explica la producción de las máximas de lluvias en el trimestre diciembre-febrero. La máxima secundaria de octubre, obedece, en cambio, a la frecuencia de situaciones anticiclónicas sobre

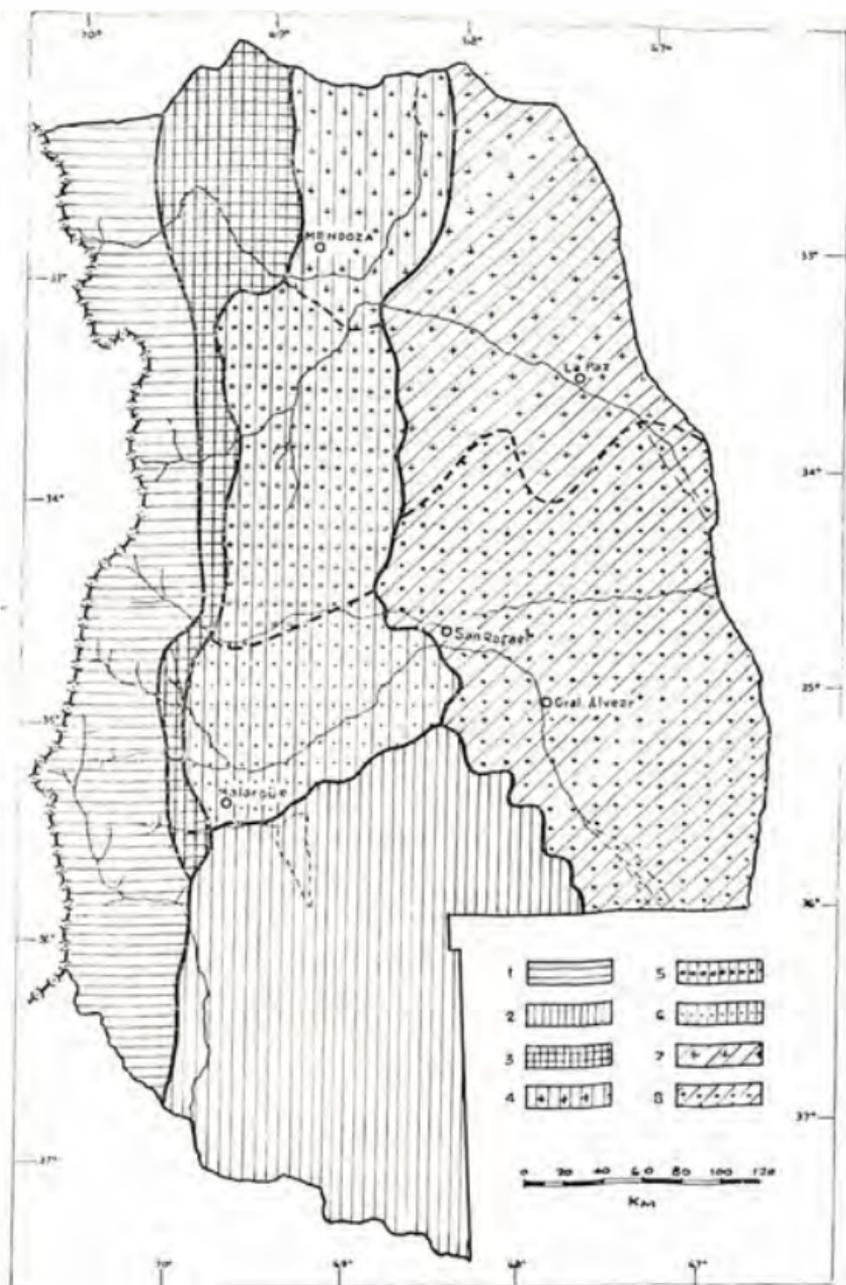


Fig. 220 — *Buscqueo climático*. I) Región del anticiclón del Pacífico, con precipitaciones de invierno: 1) de la montaña (nival), frío y árido; 2) de la Páynia volcánica, con tendencia al frío y árido. II) Región de transición, donde confluye la acción de los anticiclones del Pacífico y Atlántico, además de la depresión del NW, templado a frío y seco (3). III) Región del anticiclón del Atlántico, con precipitaciones de verano: a) del piedemonte semiárido; 4) con marcada influencia de la depresión del NW argentino y tendencia al cálido; 5) pequeño polo mendocino de frío; 6) con tendencia al frío y al equilibrio anual de precipitaciones; b) de la llanura; 7) con influencia marcada de la depresión del NW y tendencia a cálido y árido; 8) con tendencia al fresco.

la Patagonia en este mes, que generan vientos del E, transportadores de masas de aire húmedo del Atlántico.

Dada la gran distancia de Mendoza al anticiclón del NE, solo con empujes excepcionales llega la masa con caracteres subtropicales marcados. Cuando tal ocurre genera estados de tiempo que si se prolongan, por la elevada temperatura y humedad, crean problemas a la agricultura pues favorecen la aparición de plagas criptogámicas. En realidad, estos estados de tiempo, sofocantes, únicamente se registran un par de veces por verano.

La depresión del NW tiene gran influencia en el clima de la planicie mendocina, hasta el límite con el Neuquén. Produce buen tiempo, despejado, seco y cálido en verano y templado en invierno. Al final de su evolución, la depresión no produce aumento de nubosidad y mayores posibilidades de precipitaciones, como en las provincias del N, pues a la distancia a que se encuentra nuestra provincia, la masa de aire llega totalmente desprovista de humedad. Además tiene importancia como factor desencadenante del agua aportada por las masas de aire del NE. Finalmente, atrae las de aire frío del S que aportan nubosidad y a veces agua. Es justamente este rasgo —nubosidad y precipitaciones— lo que distingue a Mendoza, en el invierno, del resto de las provincias donde domina la depresión del NW.

La acción del anticiclón del Pacífico es mucho más compleja que la de los centros que han sido descritos.

En primer lugar, la acción de las masas de aire de la subsección central del área dominada por el anticiclón pacífico es la más importante para el clima mendocino; en segundo lugar, la acción depende de la época del año y del rumbo con que los vientos alcanzan a nuestra provincia.

El anticiclón domina el clima de la cordillera e impone el régimen de precipitaciones. Estas son típicamente invernales, se producen entre mayo y agosto coincidiendo con el desplazamiento de aquél hacia el N, pues es el momento en que envía aire templado y húmedo. El resto del año, desplazado hacia el S, solo aporta aire frío y seco, generando un largo período de sequedad que alcanza a las dos terceras partes del año. Al este de la montaña las transformaciones sufridas por las masas de aire del Pacífico que ingresan a través de los Andes mendocinos, son muy grandes. Las planicies solo reciben, por esta vía, vientos cálidos y secos o Zonda.

El aire del Pacífico llega a las planicies a través de la provincia de Neuquén o La Pampa e impone un régimen invernal de precipitaciones al SW de Mendoza, que ya nada puede esperar, en materia de precipitaciones, del anticiclón del NE y sus masas de aire cálido y húmedo. Tampoco las masas de aire del SW abundan en precipitaciones. Han sido despojadas de las mismas por la cordillera. Además, el recalentamiento sufrido en el descenso y avance al NE han hecho ascender su temperatura y disminuir la humedad.

Las células desprendidas del anticiclón del Pacífico, que llegan detrás de los frentes fríos son, lógicamente, más frecuentes e intensas en invierno que en verano. Los anticiclones antárticos, que se desplazan de S a N, si bien menos frecuentes, son más vigorosos y duraderos que los anteriores. Las depresiones en cambio, tanto las térmicas como las subpolares, si se exceptúa la del NW, no afectan, en general, a Mendoza, tanto en verano como en invierno.

Los procesos frontales, en la producción de precipitaciones, son sin duda los más importantes y, entre éstos, los frentes fríos. Los calientes son casi nulos. Entre los fríos, el mayor aporte corresponde a los de altura y les siguen los fríos comunes. Las grandes precipitaciones de un día obedecen a cualquier tipo de proceso.

El análisis de los estados de tiempo que los distintos procesos atmosféricos generan, confirma nuestra división del año climático en dos épocas (de máxima actividad y de mínima actividad o receso) y periodos establecidos, desde el punto de vista térmico, en lugar de las clásicas divisiones en estaciones.

El criterio térmico seguido se justifica plenamente por la importancia que las temperaturas tienen en la solución del problema fundamental del agua a través de la fusión de los hielos; más aún cuando el ritmo de deshielo coincide con los ciclos vegetativos de máxima necesidad de riego.

En cuanto a la fecha media de iniciación y fin de las épocas y periodos climáticos, es necesario admitir como normal un adelanto o retraso de 20 días.

La época de mínima actividad, que coincide casi íntegramente con el invierno térmico, es la de mayor frecuencia de estados de tiempo anticiclónicos fríos. Sin embargo, se caracteriza por días tibios, despejados y secos, a lo cual contribuyen eficientemente los vientos Zonda, de superficie o de altura. Por otra parte, los estados de tiempo anticiclónicos portadores de las masas de aire frío del

sudoeste, frías y secas, producen frecuentes heladas y las del SE, frías y húmedas, algunas precipitaciones, especialmente en el piedemonte y precordillera. Los grandes contrastes se establecen entre los días templados y secos, en los cuales juega un papel importante la depresión del NW, acentuados por los estados de Zonda, y las irrupciones de masas de aire del cuadrante S.

La época de máxima actividad, contrariamente a la anterior, abarca los tres períodos restantes: primavera, verano y otoño. Con la primavera, que no alcanza a tres meses, aparte del ascenso térmico, se hacen presentes las primeras tormentas de truenos y relámpagos, el comienzo de las lluvias y aun granizo. Algunos calores prematuros, determinados a veces por vientos Zonda, precipitan los procesos vegetativos exponiendo a los cultivos al peligro de heladas tardías. Incluso la nieve puede presentarse en setiembre, por lo menos en las primeras estribaciones montañosas.

En octubre, con la mayor vecindad de las masas de aire subtropical, el tiempo se torna menos seco y más cálido y es, sin lugar a dudas, el mes más agradable del clima mendocino.

El verano térmico, el período más largo del año, es caluroso, con tormentas eléctricas (truenos y relámpagos), chaparrones, granizo, alternando todavía con fuertes descensos térmicos. Los frentes de inestabilidad producen prolongados estados lluviosos. En diciembre no son extrañas olas de fríos extemporáneas entre días muy calurosos, que dan lugar a retrasos en los deshielos o fusiones precipitadas con perjuicios para las actividades normales de la época.

El otoño mendocino es bellissimo, especialmente por el colorido de la vegetación que va entrando en receso. Es un período soleado, tibio y sereno, pero que puede ser sacudido por heladas prematuras y aun alternar, contradictoriamente, con granizadas, especialmente en marzo. Las irrupciones de aire frío se tornan, con el transcurso del período, más frecuentes e intensas.

Primavera y otoño son las estaciones más cortas del año climático, por lo cual el paso del invierno al verano y viceversa, es muy brusco.

Los grandes acontecimientos los constituyen siempre las granizadas, las heladas extemporáneas y los vientos Zonda, especialmente por las repercusiones de tipo económico.

La variedad y variabilidad de los estados del tiempo, confieren al clima mendocino un carácter francamente estimulante en el

cual hay que buscar, sin duda, parte de la explicación de la capacidad de trabajo y espíritu de empresa de los mendocinos.

### *Climas regionales y locales.*

Con un criterio dinámico, según cuanto se ha expuesto, en Mendoza se distinguen los siguientes dominios climáticos: I<sup>o</sup>) Dominados por el anticiclón del Pacífico, con precipitaciones de invierno; II<sup>o</sup>) Dominados por el anticiclón del Atlántico, con precipitaciones de verano; III<sup>o</sup>) De transición, en el cual se hace sentir la acción de los dos anticiclones mencionados y sus correspondientes masas de aire.

El análisis de las condiciones atmosféricas generales y locales en los dos grandes dominios geomorfológicos (las montañas y las planicies) en relación a los diferentes centros de acción, pone en evidencia la existencia de los siguientes climas regionales y subregionales (Fig. 220).

- I<sup>o</sup>) Región del anticiclón pacífico, con precipitaciones de invierno:
  1. De la montaña (nival) frío y árido.
  2. De la Payunia volcánica, con tendencia al frío y árido.
- II<sup>o</sup>) Región de transición, donde confluye la acción de los anticiclones del Pacífico y Atlántico, además de la depresión del NW, templado a frío y seco.
- III<sup>o</sup>) Región del anticiclón atlántico, con precipitaciones de verano:
  - a) Del piedemonte semiárido:
    3. Con marcada influencia de la depresión del NW argentino y tendencia al cálido.
    4. Pequeño polo mendocino de frío.
    5. Con tendencia al frío y al equilibrio anual de precipitaciones.
  - b) De la llanura:
    6. Con influencia marcada de la depresión del NW y tendencia a cálido y árido.
    7. Con tendencia al fresco.

REGIÓN DEL ANTICICLÓN PACÍFICO, CON PRECIPITACIONES DE INVIERNO

*Subregión de la montaña (nival), frío y árido*

No caben dudas de que la subregión de la montaña, dominada por el anticiclón pacífico, reúne las condiciones necesarias para poseer su propio clima y no ser una simple línea divisoria, como con frecuencia se la ha presentado. Para ello tiene suficiente homogeneidad, no obstante su enorme extensión, variedad de formas secundarias y altitudes. Por otra parte, guarda independencia con respecto al centro de acción del Atlántico y depende primordialmente del Pacífico. Desde el punto de vista de las precipitaciones, se distingue por su régimen nival de invierno. Además, cabe destacar el carácter francamente glacial que las temperaturas alcanzan a ciertos niveles, la violencia y constancia del régimen de vientos dominantes, en términos absolutos, del W.

De todas maneras, hay que destacar que el clima de la montaña, al igual que el de la planicie, no es exclusivo de Mendoza, sino que participan de él provincias vecinas.

*Caracteres del clima de la subregión de la montaña.* Si bien el clima de la montaña no excluye al hombre, las preferencias de éste por el más favorable de la planicie, ha contribuido, junto con otras condiciones del medio natural, a veces también ligadas al clima, a crear el enorme vacío humano de los Andes en el ámbito mendocino. Juegan en ello un papel fundamental el régimen térmico, las precipitaciones y las condiciones generales de la humedad.

Indicadores físicos, biológicos y aun humanos, permiten distinguir en la montaña pisos climáticos: 1) propios de altas cumbres, violentamente azotados por los vientos en forma permanente y nieves eternas; 2) altiplanicies, o verdaderos páramos donde juega un papel fundamental la radiación y la irradiación, y 3) valles profundos o centros de estancamiento nocturno del aire y recalentamiento diurno, donde se ha localizado la escasa vida de la subregión.

Todos los gradientes térmicos del invierno presentan la disminución típica de los climas continentales. Los del verano están sujetos a las condiciones locales y son más variables, por tanto, en las localidades bajas, puesto que dependen de la inversión térmica. Cuando los gradientes no están influenciados por ésta, se asemejan a los del invierno. La marcha anual de las temperaturas es siucró-

nica a la de las planicies, como lo revelan las comparaciones entre Cristo Redentor y la ciudad de Mendoza.

En cuanto a las precipitaciones, se pueden distinguir dos unidades: 1) hasta los 34°, escasas (200 a 600 mm) y 2) abundantes (400 a los 1000 mm).

La primera unidad se puede subdividir en dos secciones: 1) al norte del río Mendoza y 2) desde este límite hasta el río Tunuyán. La primera se caracteriza por una precipitación más escasa que oscila entre 200 y 300 mm. Solo el grupo de altas cumbres glaciares y planos que circundan al Aconcagua se encuentran encerrados por la isohieta de 400 mm. La segunda sección posee precipitaciones más abundantes. La isohieta de 400 mm presenta una inflexión hacia el W, siguiendo los valles del Tupungato y el Tunuyán y encierra, además, los centros glaciares del C<sup>o</sup> Tupungato y sus vecinos, hasta Nieves Negras, en las nacientes del Tunuyán.

La segunda unidad, de los 34° al S, tiene sus isohietas dispuestas en forma concéntrica al C<sup>o</sup> Planchón (3.970 m). Las precipitaciones aumentan rápidamente de E a W. Tal aumento no se observa en la primera unidad, pues el cambio se produce en territorio chileno.

Este régimen de montaña puede darse por terminado, a la latitud del valle del río Mendoza, entre Picheuta y Cortaderas; es decir, a los 2.200 m de altura s/nm. Las máximas precipitaciones culminan ya en Punta de Vacas. En el valle del Atuel, termina entre la laguna del Sosneao y la estancia del mismo nombre, a los 1.800 m.

Las precipitaciones de nieve, que también suelen ocurrir en verano, son sumamente variables en el tiempo y el espacio.

Las tormentas eléctricas son muy escasas. Más frecuentes y peligrosas son las tormentas de viento acompañadas de nieve, o sea el viento blanco, generalmente de corta duración. Los peligros provienen de la falta de preparación de los pobladores permanentes o transitorios para resistirlas.

Un problema de consideración es el mal de montaña o "puna", en sus dos aspectos: crónica y aguda. Produce alteraciones físicas y psíquicas. Son propios de este mal la deshidratación, la pérdida del sentido del tiempo, el cansancio extraordinario, irritación excesiva, duplicación del período de reflejos. A todo ello se agregan los trastornos de la circulación por acalambamiento de los vasos y el consecuente peligro de congelamiento por la escasa fluidez de la sangre. Incluso los animales, por ejemplo las mulas, sufren la puna.

actividades mineras. La segunda se caracteriza por temperaturas más benignas, temporales y heladas menos frecuentes, ausencia de hielos eternos y la presencia de algunas especies vegetales con efectos periglaciares. Las intensas nevadas explican la ausencia del hombre durante los meses más fríos. El personal de la compañía que explota el azufre del volcán Oycro abandona su campamento situado a los 2.250 m s/nm. En suma, en esta primera unidad, cuyas condiciones climáticas no son menos rígidas que la de la quebrada de Matienzo, una actividad económica lucrativa ha sido suficiente incentivo para que el hombre esté presente una buena parte del año.

2) *Piso de actividad pastoril habitado solo en verano (veranada)*. Se encuentra entre las cotas de 2.250 y la de 1.800, aproximadamente. Si bien estos son los límites entre los cuales se radican los pastores durante el verano, hay que hacer notar que sus ganados pacen en niveles superiores. El piso no es uniforme, sino que presenta variantes conforme se desciende por el valle. De arriba hacia abajo, a lo largo de unos 10 km, aproximadamente, el clima es más rígido, con temperaturas de  $-20^{\circ}$  en invierno y hasta  $30^{\circ}$  en verano. La distribución de las precipitaciones es irregular y los vientos muy fuertes. La cubierta vegetal es escasa, una simple estepa herbácea, aunque a lo largo de los cursos de agua reverdecen los pastos. En un segundo tramo, proliferan las vegas, el paisaje se viste de verde en función de condiciones morfológicas favorables más que de un pronunciado cambio de clima. Aparece la vegetación arbustiva e, incluso, plantas de flores vistosas. El clima es agradable en verano y facilita la afluencia de pastores veranantes, desde principios de noviembre a abril. De todas maneras, a causa de los precarios medios de que disponen, la vida de aquéllos, bajo este clima, es dura.

En el último tramo del valle, desde La Cueva del Indio hasta el A<sup>o</sup> Blanco, se manifiesta un clima semiárido, con colinas de médanos. Solo un pequeño lago de origen glaciar altera la fisonomía del paisaje pues en sus bordes se han instalado los juncos. Más abajo, reina una estepa herbácea, que alterna con otra arbustiva. La afluencia de pastores es mucho menor que en el tramo anterior.

Luego de todo lo dicho, se puede concluir que en el valle existen los siguientes tipos de climas locales:

1) *Clima glaciar o de las cumbres andinas*, cuyo límite inferior está dado por el límite superior de la vegetación (3.500 m) y los hielos eternos.

2) *Clima nival (de transición)*, entre los 3.000 y 3.500 m, con vegetación típicamente andina en un ambiente de escurrimiento del agua de fusión de las nieves.

3) *Clima de la vegetación planchada*, entre los 3.000 y 2.000 m, donde la acción combinada de la nieve y las pendientes da lugar a la destrucción de las plantas.

4) *Clima de las veranadas*, o sea la zona donde los pastores encuentran alimento para sus animales durante el verano. Se extiende entre los 2.000 y los 1.800 m.

*Valle Hermoso.* Este valle posee, sin lugar a dudas, condiciones climáticas singulares. No obstante su altitud media de 2.200 m s/nm se parece más a la quebrada de Matienzo, que se encuentra por encima de los 3.000 m, que a Uspallata, cuya altitud media es de 1.800 m.

Sus temperaturas son muy bajas y el régimen de precipitaciones y la naturaleza de las mismas es típicamente de alta montaña: predominio absoluto de la nieve y concentración de las precipitaciones en la época más fría del año. Por otra parte, éstas son más abundantes que en todas las localidades mencionadas anteriormente.

Por la actividad humana guarda más semejanza con el Atuel que con la quebrada de Matienzo y el valle de Uspallata.

Resumiendo cuanto acaba de decirse de la montaña, puede concluirse que, desde el punto de vista de las precipitaciones existen tres unidades fundamentales. En primer lugar, una franja occidental que a la latitud del río Mendoza termina entre Polvaredas y Picheuta, a los 2.200 m, y en el Atuel entre la laguna del Sosneao y la estancia del mismo nombre, a los 1.800 m. Las precipitaciones, típicamente invernales y nivales, obedecen fundamentalmente al centro de acción del Pacífico. El límite más bajo en el S se explica por la menor altitud de los Andes. En segundo lugar, existe una franja oriental, desde el límite fijado para la anterior, hacia el E, de muy escasas precipitaciones. A la latitud del río Atuel, de acuerdo con la distribución anual, existe una franja de transición entre el de la montaña y el régimen estival de la planicie. Esto se impone ya antes de la salida de la montaña. En el valle del Mendoza, en cambio, las precipitaciones son sumamente escasas, casi nulas, pues siguen dependiendo de esporádicas irrupciones del Pacífico sin mani-

festarse la acción del régimen estival de la planicie. Es recién en Uspallata, ya fuera de la cordillera, donde éste se manifiesta.

Por otro lado, se puede distinguir, en sentido latitudinal, una sección andina del N y otra sección andina del S. El río Tunuyán marca el límite entre ambas unidades. En la primera, del Tunuyán al N, las precipitaciones son más escasas que al S. Incluso, del río Mendoza al N, en la primera unidad, las precipitaciones son más escasas que de este río al Tunuyán.

Finalmente, cabe destacar que la precordillera tiene el mismo régimen de precipitaciones estivales de la planicie y con muy escasas precipitaciones de nieve. Cuando éstas ocurren, son producidas por masas del SE y no del W.

Comparando el valle del Atuel con el Mendoza, aceptando algunas diferencias altitudinales, se puede adaptar el siguiente paralelo climático:

1º) El clima glaciar o de las cumbres andinas con el de las cumbres y altos planos de la sección N de los Andes, a partir de los 3.500 m.

2º) El clima nival (de transición), entre 3.000 y 3.500 m del Atuel, con la quebrada de Matienzo.

3º) Clima de la vegetación planchada, entre los 3.000 y 2.000 m, de la sección S con el que hemos caracterizado por la localidad de Puente del Inca, entre 3.000 y 2.200 m. Esta última altitud corresponde a Punta de Vacas.

4º) Clima de las veranadas, entre 2.000 y 1.800 m en el valle del Atuel y el sector de Punta de Vacas y Uspallata, a los 800 m.

Cuando se piensa en los caracteres biológicos y la actividad humana en ambos valles, se duda del paralelismo efectuado, que de ningún modo se nos ocurre sea absoluto. Pero, es posible plantearse una duda más. ¿En qué medida es el clima el determinante de tales diferencias? Trataremos de responder con los elementos de juicio a nuestro alcance.

Hay que descartar la actividad humana que se desarrolla en el valle del río Mendoza pues, como bien sabemos, obedece a razones especiales y que también podrían llevarse a cabo en el valle del Atuel de existir un camino y un ferrocarril a Chile. Por otro lado, en este valle hay una actividad minera la cual demuestra que, como en el del río Mendoza, el clima permite la presencia de grupos humanos, aunque más no sea temporariamente.

En cuanto a la actividad pastoril, está vinculada a la presencia de pastos para alimentar el ganado, abundantes en el Atuel y muy escasos o nulos en el valle de Mendoza. En este sentido debemos aceptar, en primer lugar, una razón climática: mayor cantidad de precipitaciones y humedad en el Atuel. Pero, no hay que desconocer razones morfológicas y estructurales vinculadas a los suelos. El valle del Mendoza es angosto, de grandes pendientes y bien drenado, mientras que el Atuel es ancho y posee un lecho mayor aluvial inundable con formación de turberas y vegas. De todas maneras, no es del pasto de estas vegas (del cual se alimenta, fundamentalmente, el ganado, sino de aquellos más nutritivos de las faldas de las montañas, cuya presencia obedece a un mayor contenido de humedad. Quizás el factor humedad no sea todo, sino que juegan un papel importante, repetimos, la morfología y las estructuras. Lo prueba el hecho de que cuando en el valle del río Mendoza se presentan espacios planos suficientemente extensos y regables, como en Puente del Inca y el valle de Santa María o Ranchillos, se cultiva alfalfa suficiente para sostener algunas cabezas de mulares y a veces algún vacuno. Es más, en el ombigo de Las Leñas existen pastos naturales que podrían cumplir una función similar.

#### *Subregión de la Payunia volcánica, con tendencia al frío árido*

Hasta ahora hemos tratado a la Payunia dentro de las planicies mendocinas, no obstante algunas diferencias morfológicas. Desde el punto de vista climático son tantas las diferencias que conviene separarla de ellas.

Su clima depende de la acción del anticiclón pacífico y, contrariamente a las planicies, las precipitaciones son invernales. Incluso desde el punto de vista biológico (vegetal y animal), la Payunia es distinta al piedemonte y la llanura.

Si bien pertenece, por los caracteres mencionados, a la región del anticiclón pacífico, con precipitaciones de invierno, las diferencias morfológicas con la subregión de la montaña han configurado condiciones climáticas especiales, por lo cual constituye una subregión climática. Por otra parte, como ocurre con otras unidades mendocinas, tampoco es exclusiva de Mendoza, con lo cual se afirma lo dicho con anterioridad respecto de la confluencia de procesos y variedad de climas dentro de la provincia.

En cuanto a la actividad pastoril, está vinculada a la presencia de pastos para alimentar el ganado, abundantes en el Atuel y muy escasos o nulos en el valle de Mendoza. En este sentido debemos aceptar, en primer lugar, una razón climática: mayor cantidad de precipitaciones y humedad en el Atuel. Pero, no hay que desconocer razones morfológicas y estructurales vinculadas a los suelos. El valle del Mendoza es angosto, de grandes pendientes y bien drenado, mientras que el Atuel es ancho y posee un lecho mayor aluvial inundable con formación de turberas y vegas. De todas maneras, no es del pasto de estas vegas del cual se alimenta, fundamentalmente, el ganado, sino de aquellos más nutritivos de las faldas de las montañas, cuya presencia obedece a un mayor contenido de humedad. Quizás el factor humedad no sea todo, sino que juegan un papel importante, repetimos, la morfología y las estructuras. Lo prueba el hecho de que cuando en el valle del río Mendoza se presentan espacios planos suficientemente extensos y regables, como en Puente del Inca y el valle de Santa María o Ranchillos, se cultiva alfalfa suficiente para sostener algunas cabezas de mulares y a veces algún vacuno. Es más, en el ombligo de Las Leñas existen pastos naturales que podrían cumplir una función similar.

#### *Subregión de la Payunia volcánica, con tendencia al frío árido*

Hasta ahora hemos tratado a la Payunia dentro de las planicies mendocinas, no obstante algunas diferencias morfológicas. Desde el punto de vista climático son tantas las diferencias que conviene separarla de ellas.

Su clima depende de la acción del anticiclón pacífico y, contrariamente a las planicies, las precipitaciones son invernales. Incluso desde el punto de vista biológico (vegetal y animal), la Payunia es distinta al piedemonte y la llanura.

Si bien pertenece, por los caracteres mencionados, a la región del anticiclón pacífico, con precipitaciones de invierno, las diferencias morfológicas con la subregión de la montaña han configurado condiciones climáticas especiales, por lo cual constituye una subregión climática. Por otra parte, como ocurre con otras unidades mendocinas, tampoco es exclusiva de Mendoza, con lo cual se afirma lo dicho con anterioridad respecto de la confluencia de procesos y variedad de climas dentro de la provincia.

*Clima local de la llanura ondulada, con volcanes aislados.* La actividad ganadera, sobre la base de los pastos naturales, pone en evidencia la existencia de un clima local que, sin dudas, posee condiciones más favorables que El Nihuil. Si la ganadería no es más importante, no obedece a razones climáticas, sino a las erupciones volcánicas que en época reciente destruyeron sus suelos y sus pastos.

*Clima local del valle del río Grande.* En este valle existe una evidente disparidad de situaciones térmicas, dentro de una tónica general de veranos templados, con noches frías e inviernos más o menos rigurosos. Las heladas son posibles todo el año, aunque con menor frecuencia en enero y febrero. Las lluvias se producen durante la estación fría. Las nevadas pueden ocurrir desde fines de abril a noviembre, con mayor intensidad de junio a agosto. Caracteriza a la Payunia la violencia de los vientos, especialmente en primavera y otoño. La humedad ambiente es baja.

*Confluencia de los ríos Grande y Barrancas.* La sección entre la cordillera, el río Grande, el A<sup>o</sup> Colorado y el río Barrancas es habitada especialmente en invierno, lo cual implica que las condiciones térmicas no son extremadamente rigurosas, no obstante que las precipitaciones son, con frecuencia, de nieve.

En el área de las Huayquerías, si se exceptúa la parte alta de la sierra de Reyes y la oriental de la de Cara-Cura, el clima es absolutamente árido, hasta tal punto que en grandes extensiones no pueden desarrollarse ni las jarillas. La falta de precipitaciones es casi absoluta, en verano. Desde el punto de vista térmico, el invierno es relativamente benigno y ello explica que durante esta estación, ciertos parajes tengan más afluencia de personas. Solo existen pequeños sembradíos de trigo y de hortalizas, aparte de alfalfa. En realidad, los pobladores dependen del coirón, única forrajera de la región, y ésta, de la humedad del suelo del invierno, a causa de la fusión de las nieves. En verano no llueve y los vientos son violentos y secos. Por otra parte, si en el invierno nieva demasiado los pobladores deben abandonar la zona.

*La altiplanicie del Payún.* Ni el régimen térmico, ni la falta de precipitaciones excluyen al hombre, a condición de contar con suelos adecuados y agua de ríos, arroyos o vertientes. Incluso alguna parte se despobló por causas ajenas al clima.

*Región de transición donde confluyen las acciones de los anticiclones del Pacífico y Atlántico y de la depresión del NW, templada a fría y seca*

En el análisis de las condiciones atmosféricas de la región de la montaña (segunda parte), se ha puesto de manifiesto la superposición, en el borde oriental de la misma, de los anticiclones del Pacífico y Atlántico y la depresión del NW. Las condiciones locales, a partir de los 1800 m s/nm, aproximadamente, en el valle del río Mendoza y el Atuel, confirman la existencia de una región de transición.

*Clima local del valle de Uspallata.* Las condiciones del clima local de Uspallata difieren bastante de las localidades anteriores. Con el descenso de nivel suben notablemente las temperaturas, superando ya en 10° a las de Puente del Inca y como las precipitaciones son inferiores a la de esta localidad, la aridez se acentúa. Por otra parte, las lluvias, pues las nevadas son muy raras, ofrecen una mejor distribución anual y manifiestan las influencias del régimen estival de la planicie que obedece a la acción del anticiclón atlántico.

Hacia el norte las precipitaciones son más escasas y configuran una zona de máxima aridez en la provincia con valores de lluvia inferiores a 100 mm. A la estepa arbustiva le sucede un verdadero desierto solamente atenuado por la presencia de algunas ciénagas.

Las heladas son menos numerosas que en las localidades anteriores, los vientos no tan violentos y de rumbos menos circunscritos morfológicamente.

Al igual que Puente del Inca, únicamente posee invierno y dos estaciones intermedias; pero la estación fría es más corta.

En suma, el clima de Uspallata, al menos en verano, es francamente agradable y estimulante y con el auxilio del riego se ha constituido un pequeño oasis de cultivo. Todo ello, junto a una ganadería extensiva y las explotaciones mineras facilitadas por el clima, han dado lugar a la primera instalación humana que no depende de la prestación de servicios esenciales ajeno a la calidad del medio y a cualquier precio o sacrificio.

De todas maneras, la agricultura se encuentra restringida por cuanto las heladas todavía pueden registrarse durante nueve meses del año. De aquí que los cultivos se limiten a forrajeras, papas y algunos frutales.

*Clima local precordillerano o de la cordillera de Uspallata.* El último tramo del valle del río Mendoza en la montaña, registra un progresivo y marcado aumento de la temperatura no solo porque se halla abrigado con respecto a los vientos del S, sino también porque aquí los del W han sufrido ya un marcado recalentamiento.

Las condiciones de aridez se reflejan muy bien en la vegetación esteparia-herbácea (coirones) y arbustiva (jarilla) y cactáceas que salpican los faldeos. Es probable que el índice de aridez, dadas la mayor temperatura y bajas precipitaciones, sea mayor que en los niveles superiores del valle.

Las precipitaciones de nieve son francamente escasas y las heladas se han reducido a un 25 %. Por primera vez, el valle tiene verano térmico, aunque más corto y suave que en la planicie vecina.

El régimen de precipitaciones ya no corresponde al de la montaña, sino al de la planicie. A la inversa de Mendoza, posee una máxima primaria en octubre y una secundaria en enero. El régimen está totalmente invertido con respecto al interior de la gran montaña. Finalmente, por primera vez, también, se registra el predominio de los vientos del cuadrante S y SE.

*El frente oriental de la cordillera de Uspallata.* De acuerdo con los datos de la localidad de Villavicencio, situada en oposición a Uspallata, en el frente oriental de la precordillera, también carece de verano a causa de la altura (1.800 m). Además, el invierno es casi dos meses más largo que en la localidad mencionada anteriormente. Coinciden ambas en las posibilidades de heladas, que abarcan el período de marzo a diciembre.

El régimen de precipitaciones es semejante al de la ciudad de Mendoza y aparecen ya las típicas tormentas veraniegas del piedemonte.

En cuanto al viento, por primera vez se manifiestan nítidamente los del NE.

*Sobre el alto bloque de la montaña.* En la altiplanicie comprendida entre Uspallata y Villavicencio, con una altitud media de 3.000 m y cumbres aun más elevadas, se repite en forma muy atenuada el clima periglacial.

Soporta la acción de los vientos descendentes de la alta cordillera, es decir, de los vientos Zonda, como lo demuestra la barra de este viento que se puede ver desde la planicie. Pero además sufre

la acción de las masas de aire del NE y SE, que dan lugar a nieblas y también a precipitaciones nivales.

Más que a la falta de precipitaciones, nos parece que la pobreza del tapiz vegetal obedece a las bajas temperaturas. La fuerte irradiación nocturna explicaría el carácter periglaciario del clima local.

*Clima local de las invernadas en el valle del Atuel.* El valle del Atuel, entre 1.800 y 1.600 m s/nm; es decir hasta la estancia del Sosneao, es el dominio del clima de las invernadas o de la estepa patagónica, que se prolonga en gran parte de la planicie pedemontana. En el valle del río Mendoza, este tipo de clima alcanzaría, como límite inferior, hasta los 1.200 m s/nm, aproximadamente.

La cubierta vegetal es semejante a la patagónica y solo en las proximidades del piedemonte (estancia del Sosneao en el Atuel y Potrerillos en el Mendoza), el paisaje se viste de verde en campos de pastoreo, con árboles cultivados bajo riego.

Se trata del piso agrícola, pastoril y minero, habitado durante todo el año. Es, sobre todo, piso de invernada, lo cual pone de manifiesto la diferencia que hay con respecto al piso que le sigue hacia arriba, o clima de las veranadas.

Se caracteriza por la escasez de las precipitaciones, 180 mm al año, mientras que en la extremidad superior del valle, en el lugar en el cual se encuentra la compañía Sominar, alcanzan a 500 mm.

La distribución de las precipitaciones es bastante regular. Contrariamente a las altas cumbres, no hay una estación pluvial bien definida, si bien son algo mayores en el semestre abril-setiembre. Pareciera que el valle, como ocurre en Uspallata, comienza a participar menos del régimen invernal de la montaña y algo más del estival de las planicies.

#### REGIÓN DEL ANTICICLÓN ATLÁNTICO CON PRECIPITACIONES DE VERANO

En todo el piedemonte y la llanura mendocina domina la acción del anticiclón del Atlántico. Las influencias de la depresión del NW y las diferencias morfológicas no son lo suficientemente fuertes como para configurar subregiones climáticas.

El clima de esta parte de la provincia posee todos los caracteres típicos de las regiones a sotavento de una gran cadena de montañas, poca humedad y frecuentes vientos foehn (Zonda). No es exclusivo de Mendoza, sino que se prolonga en provincias vecinas.

Desde el punto de vista físico es un clima desértico o semi-desértico, con ningún mes con exceso de agua, mesotermal, con baja concentración estival. Tanto la evapotranspiración potencial, como el déficit de agua son elevados. Hay tres franjas con déficit de agua, paralelas a las de las precipitaciones.

Todas las unidades o subunidades morfológicas son características de climas áridos o semiáridos.

Tal como se ha dicho oportunamente, casi la totalidad del agua precipitable proviene de las masas de aire cálido y húmedo del NE, pero a causa de las condiciones morfológicas y la extensión del espacio recorrido por dichas masas, las precipitaciones en Mendoza son muy escasas.

Aunque en menor cantidad, las masas de aire del S y SE también producen precipitaciones, sobre todo si son excitadas orográficamente. Las sudestadas muy fuertes ocasionan nieve no solo en las estribaciones orientales de las montañas, sino también en el piedemonte y hasta en la llanura. Lo mismo ocurre con las denominadas sudestadas exageradas.

Además, según Georgii, ciertas fases del Zonda pueden producir grandes precipitaciones y también granizo. En realidad, en el proceso descrito por este autor, intervienen masas de aire tropicales del NE y frías del SE, por lo cual nos parece que el Zonda no es el factor más importante, sino más bien secundario. Sus ondas ascendentes accionan el proceso desencadenante.

El régimen es típicamente estival, excepto en la Payunia o Patagonia mendocina, donde es invernal. Las expresiones estival e invernal son más correctas, a nuestro modo de ver, que las de subtropical y mediterráneo utilizadas por algunos autores; por lo menos no inducen a errores. Ciertos geógrafos europeos han tomado la expresión "régimen de precipitación subtropical", que se refiere especialmente al origen del agua, por clima subtropical. En verdad, como ya se ha dicho, el clima mendocino, desde el punto de vista dinámico, es netamente templado.

En un todo de acuerdo con los caracteres atmosféricos que acaban de indicarse, los suelos ponen en evidencia la existencia de un clima árido o semiárido, salvo algunos sectores en los cuales las condiciones atmosféricas actuales no han terminado de cambiar la obra de los climas del pasado, tal cual ocurre, también, en el modelo terrestre.

Los suelos, a causa de la aridez, han evolucionado poco, se han mineralizado rápidamente y la materia orgánica es escasa, incluso en los cultivados. Por otro lado, el régimen torrencial de las precipitaciones favorece la erosión hídrica y el viento la eólica, especialmente en el sud de la provincia. Finalmente, la coloración de los suelos juega un papel climático, particularmente microclimático, de consideración; pero su conocimiento exige un tipo especial de estudio fuera de nuestro alcance y propósitos.

La cubierta vegetal, luego de las consideraciones morfológicas y edafológicas que acaban de hacerse, sin ser un índice absoluto, manifiesta muy bien las condiciones del clima regional de la planicie. Las cuatro unidades fitogeográficas presentes, Patagonia, Monte, Chaco, mezcla de Monte y Chaco y Espinal, se distribuyen en franjas meridianas de E a W, a semejanza de las que hemos establecido para las precipitaciones y el balance hídrico.

El Monte ocupa casi la totalidad de la planicie, exceptuando la Payunia y parte del piedemonte donde alcanza mayor desarrollo la Patagonia. En este caso, nos parece, obedece más a razones edafológicas propias del glacis, que a razones climáticas. La mezcla de Monte y Chaco, el Chaco y el Espinal, ocupan una franja muy estrecha en el NE y E marcando la transición hacia un clima más cálido y más lluvioso, alcanzado con más frecuencia e intensidad por la masa de aire cálido y húmedo subtropical. Estimamos tan representativo al Monte de las condiciones atmosféricas por lo cual creemos que su nombre puede aplicarse al clima regional; es decir, hay un "clima regional del Monte" en las planicies, del mismo modo que hay un clima regional de la montaña que podríamos denominar del "páramo andino y Patagonia".

Sintéticamente, el clima regional del Monte, que no es exclusivo de Mendoza, es árido o semiárido, con precipitaciones estivales causadas fundamentalmente por las masas de aire del NE. En la Payunia, en cambio, las precipitaciones son invernales y se deben a las masas de aire del SW.

*Irregularidad de las precipitaciones y problemas asociados: alusiones, crecidas y riego.*

Las precipitaciones son francamente escasas e irregulares y ello crea serios problemas de distinto orden.

De acuerdo con datos del Observatorio Meteorológico Regional de la ciudad de Mendoza, se pueden esperar unos sesenta días de

lluvia anuales y 200 mm de precipitación. Veintiséis días, con 100 mm en total, corresponden al verano. De éstos, 15 días, con 53 mm, corresponden a procesos frontales, y 11 días, con 54 mm, a procesos no frontales. En el invierno, en cambio, se registran 21 días de precipitaciones frontales, que aportan 82 mm del total de 95. En general, el mayor aporte corresponde a los frentes fríos de altura, especialmente en invierno, le siguen los frentes fríos comunes con efecto orográfico y los frentes calientes. Entre los procesos no frontales, el mayor aporte lo realizan las precipitaciones orográficas, luego las convectivas y, finalmente, los pseudofrentes de lluvia y convección. Estos últimos son muy escasos.

En cuanto a la distribución anual, en el piedemonte mendocino las precipitaciones aumentan de N a S. En Malargüe el régimen estival comienza a ser sustituido por el invernal. Hacia el E se acentúa la concentración estival. Hay dos máximas diarias, una de 16 a 18, particularmente peligrosa por las precipitaciones de granizo, y otra de 6 a 8. En cuanto a las mínimas, la principal se registra entre las 00,00 y las 02,00 y la secundaria entre las 08,00 y las 10,00.

El hecho de que las mayores precipitaciones coincidan con el período de más calor favorece a los cultivos, en cuanto no se prolonguen demasiado ni sean muy intensas y no vengán acompañadas de granizo. Las lluvias prolongadas, y aun los estados de humedad elevada a alta temperatura, como ocurre con las masas de aire subtropical, hacen proliferar plagas agrícolas cuya neutralización, cuando es posible, exige trabajo y fuertes erogaciones. En la Payunia, la época de las lluvias es menos favorable, el invierno; pero también es cierto que allí no hay cultivos y las posibilidades de instalarlos son muy remotas por razones morfológicas, edáficas y también térmicas.

De todas maneras, la agricultura mendocina no se sostiene con las lluvias. Además, éstas no originan cursos de agua permanentes para sostener el riego. La falta de cursos autóctonos, dada las condiciones geomorfológicas y edáficas, revela la existencia de un balance hídrico deficitario. Solo en el piedemonte, desde San Carlos a Malargüe, y únicamente durante cuatro o cinco meses, las precipitaciones satisfacen las necesidades de la evapotranspiración y permiten que el suelo almacene algunos milímetros de agua sobre 100 posibles, antes de que se inicie el escurrimiento superficial. En la

llanura del E esto ocurre en La Paz y Alvear durante los meses de junio y julio. El hecho de que tal cosa suceda en la parte más fría del piedemonte y en la época más fría de la llanura, demuestra que el balance hídrico mejora no por aumento de las precipitaciones, sino por el descenso de la temperatura, el cual hace disminuir la evapotranspiración.

El análisis morfológico pone de relieve un modelado de tercer orden y de detalle (*wadis, bad-lands* y *rill*) por acción hídrica que demuestra la existencia de un régimen espasmódico, violento, del escurrimiento a causa de precipitaciones esporádicas muy intensas. Se trata de un fenómeno discontinuo en el tiempo y el espacio que no hace más que confirmar el carácter árido y semiárido del clima, generador de verdaderos aluviones de gran peligrosidad.

Estos fenómenos difieren de las crecidas de los ríos las cuales obedecen a la fusión acelerada, por calores intensos y prematuros, en coincidencia con años de mucha nieve o nevadas tardías.

Las intensas precipitaciones de piedemonte que generan aluviones pueden acoplarse a las crecidas y tornar a éstas más voluminosas, multiplicando los peligros y daños materiales de toda índole.

Los cultivos, y con ello toda la economía de la provincia, dependen de los cursos alóctonos que se nutren en la montaña, los cuales, aun mediocrementemente utilizados, aportan el agua suficiente para satisfacer las necesidades actuales del riego. Ello se debe, fundamentalmente, al paralelismo entre época de máxima necesidad de riego y fusión de los hielos; es decir, al absoluto paralelismo entre necesidades de agua y caudales en los cuatro grandes ríos que sostienen a los oasis mendocinos.

De los ríos Atuel y Diamante sobra un poco de agua en enero, que no es ocupada para los cultivos permanentes, pero sí en los anuales. En el caso del Mendoza, la relación es menos perfecta, pues si bien hay un pequeño exceso de agua en julio, falta algo en primavera.

Estas condiciones, ha dicho Papadakis, son excepcionales en los anales internacionales del riego.

### *Los grandes problemas del clima mendocino*

Tres problemas fundamentales plantea el clima regional de las planicies a causa del granizo, las heladas y el viento Zonda. Los dos primeros, especialmente, son los más perjudiciales.

*El granizo.* Los procesos que generan el granizo son funda-

mentalmente mecánicos (frontales y convectivos) y no eléctricos como han pretendido comerciantes inescrupulosos dedicados a la venta de "bombas-antigranizo", totalmente inútiles.

Las condiciones más propicias para la producción del meteoro son las de inestabilidad y se pueden clasificar en: a) condiciones de inestabilidad que dan lugar a la formación de tormentas "locales" o de "calor"; b) las que se producen en las regiones frontales y de carácter ciclónico.

Las condiciones termodinámicas y dinámicas que dan lugar al granizo son muy variables. La montaña facilita los procesos al provocar movimientos verticales.

Según se ha dicho, la época de granizo coincide exactamente con el período de gran actividad; es decir, de setiembre a abril. La mayor frecuencia corresponde a los meses que van de noviembre a marzo.

El 90 % de los daños tienen lugar en horas de la tarde y noche, entre las 14,00 y la 00,10, con un máximo hacia las 19,00.

De modo general se puede decir que el granizo destruye anualmente el 13,72 % de la producción de uva y que deja a 32.930 personas en indigencia absoluta. Cabe entonces una pregunta: ¿Se justifica el cultivo de la vid y otras especies en Mendoza? La respuesta es afirmativa por cuanto el saldo es netamente favorable, más aun si se agrega el valor de la industrialización.

Los mayores quebrantos por granizo —dada la extensión de los cultivos y la frecuencia de este meteoro— corresponden a San Rafael y San Martín; luego Lavalle, Luján, San Carlos, Rivadavia, Maipú, Guaymallén; finalmente, Godoy Cruz, Tupungato, Tunuyán, La Paz y Santa Rosa. Pero, la verdadera peligrosidad del granizo por departamentos la da el porcentaje de pérdidas. El total medio de la provincia es de 13,72 y seis departamentos, correspondientes a la llanura, superan esta cifra. Ellos son Lavalle, San Martín, Santa Rosa, La Paz, San Rafael y Alvear, con 18,04 %. En el piedemonte hay una área central integrada por los departamentos de Luján, Tupungato, Junín y Maipú, con pérdidas de 12,81 %, y dos áreas, al norte y al sur de la anterior, que integran Rivadavia, San Carlos, Guaymallén, Las Heras, Tunuyán y Godoy Cruz, con 7,63. Es decir, el granizo muestra mayor peligrosidad en la llanura que en el piedemonte.

No hay una relación directa entre número de granizadas y por-

centaje de pérdidas. No disponemos de datos para establecer si ello se debe a una mayor extensión o intensidad de cada granizada.

Se puede concluir que La Paz y Santa Rosa, con escasa frecuencia de granizo, alcanzan las mayores pérdidas, en función de la intensidad o la extensión del fenómeno. En cambio San Rafael tiene pocas pérdidas con relación a la alta frecuencia; cosa semejante ocurre en Luján, Rivadavia, Maipú y San Martín.

Las estadísticas reseñadas no ponen en evidencia el carácter catastrófico de algunas granizadas. Es necesario, para tener una idea adecuada del problema, considerar la alta concentración de los cultivos y los elevados precios de los productos, la incidencia de las granizadas en cosechas posteriores, las relaciones con otros meteoros tales como las heladas, los daños en otros bienes materiales (viviendas, fábricas, negocios, comunicaciones, irrigación, desocupación, etcétera).

La lucha contra el granizo es difícil por la energía que una tormenta de este tipo desarrolla. Un cúmulonimbo puede acumular una energía dinámica del orden de un megatón o un millón de toneladas de pólvora, T.N.T.

Hasta el momento, no obstante los numerosos técnicos que en diversos países investigan el problema, no se ha logrado un método eficaz de defensa.

La experiencia mendocina, denominada Operación Granizo, mediante la siembra de nubes, desde el suelo con núcleos de yoduro de plata, no obstante el limitado tiempo durante el cual se efectuó, permitió sacar las siguientes conclusiones:

1. — La siembra carece de significación para la totalidad de los procesos que producen granizo;

2. — Solo en los días de pasaje de frente frío de superficie, la siembra produce una reducción, tanto en la intensidad, como la extensión del fenómeno, del 60 %.

3. — En los demás días de granizo, la siembra produce un aumento, en la intensidad y la extensión, del 100 %.

En cuanto a la defensa mediante sombrillas de tela metálica, iniciada por los agricultores, la experiencia es muy reciente para emitir un juicio sobre su efectividad. Pero, conviene recordar, no como objeción al sistema, sino para aleitar a los ejecutores respecto de la resistencia que deben poseer los materiales empleados, que el equivalente en granizo de una lluvia de un milímetro, tomando

una densidad de 0,8, caído sobre una hectárea, es de 8.000 kg. Claro está que la tela no acumula el granizo, en consecuencia jamás puede soportar semejante peso. De todos modos, al peso de cada granizo, hay que agregar la velocidad de caída la cual aumenta su poder destructor. Nuestros reparos fundamentales sobre el sistema se refieren a sus costos y las proyecciones económicas y sociales que los mismos pueden alcanzar.

*Heladas.* Los elementos de juicio que disponemos sobre heladas son escasos. Las estadísticas giran en torno a los caracteres físicos del fenómeno, mientras que los efectos son biológicos.

En el caso de Mendoza son fácilmente comprensibles los efectos de los grandes relieves (montañas, mesetas y llanuras) sobre las heladas advectivas y, en forma general, sobre las convectivas. En cuanto al modelado de detalle (bolsones, depresiones, quebradas, grandes surcos de erosión, etc.), solo podemos imaginar las consecuencias.

Las estadísticas no distinguen entre heladas blancas y negras, pero el bajo porcentaje de la humedad de Mendoza, nos permite suponer que las últimas, más peligrosas, son menos frecuentes. Finalmente debemos indicar que en los oasis de cultivo, a causa de la vegetación, hay mayor peligro de heladas que en las áreas circundantes.

Durante el período vegetativo, la vid solo puede ser dañada por las heladas en localidades con las características climáticas de Malargüe; en el resto de las áreas donde esta especie se cultiva no se registran valores térmicos suficientemente bajos en la época indicada. En cuanto a los frutales, están más expuestos en San Carlos, Alvear y Malargüe.

Las heladas más peligrosas son las tempranas y tardías. En Malargüe y San Carlos el peligro también se extiende al verano.

El período del meteo comienza primero en el SW de la provincia (16 de marzo) y llega casi dos meses después al NE (11 de mayo). La fecha se puede desplazar, en general, de 15 a 20 días. En cuanto a la finalización, se produce primero en el NE (18 de setiembre) y luego en el SW (20 de noviembre). La terminación del período tiene una variación que oscila entre 20 y 25 días.

La helada tiene la ventaja, sobre el granizo, aparte de que existen métodos adecuados de defensa, de que si son tardías, mediante la poda se puede recuperar parte de la cosecha, y si son

tempranas se puede cosechar el producto antes de su total deterioro. Por otra parte, las heladas suelen alcanzar, especialmente las advectivas, áreas más extensas que las granizadas.

Los departamentos más afectados son los de Tunuyán (17%), La Paz (16,3), San Carlos (14,2) y Alvear (12,9). Las Heras es el menos afectado, con solo el 2% de pérdidas.

Hay daños producidos por las heladas que las estadísticas reseñadas no revelan. Tales, por ejemplo, la disminución de la calidad de los vinos, y la correspondiente depreciación, desocupación, etc.

Sumando las pérdidas correspondientes a las heladas con las del granizo, los departamentos más afectados son los de La Paz y Tunuyán. En el primero las mayores pérdidas son ocasionadas por el granizo y en el segundo por las heladas.

*El viento Zonda.* Las planicies mendocinas, contrariamente a las montañas, tienen vientos moderados, si se exceptúa el Zonda, que se caracteriza por su violencia.

No obstante la importancia de sus efectos biológicos, es mal interpretado y a veces se pasa por alto que es uno de los tantos miembros de la familia de los foehn. Como todos los de esta familia, supone un factor estático, la montaña, y otro dinámico o particular disposición de los centros de acción y masas de aire.

No es exclusivo de San Juan y Mendoza, sino que sopla en muchos lugares del país, al menos a lo largo de los Andes, al N y S de Mendoza. Frecuentemente se lo confunde con los vientos cálidos del N o se piensa que es una variante de ellos. En realidad se parecen, pero no son iguales. Además, los vientos Zonda llegan a Mendoza siempre del NW-W o SW.

Mendoza se encuentra en condiciones adecuadas para recibir Zonda y pueden soplar en cualquier época del año, pero son más frecuentes en el período mayo a octubre. Los dos meses de más alta frecuencia son los de agosto (0,9) y setiembre (0,8) en que sopla el 18 y 16% de la totalidad del año. Como puede verse su frecuencia es muy baja, pues en promedio no llegan a uno para los dos meses citados. Pueden no soplar en estos meses e incluso en el año, como ocurrió en 1901 y 1920. Contrariamente hay años de muchos Zonda, como 1912 y 1914, que registraron 11 y 10 respectivamente. En general la frecuencia es muy variable.

En esencia, el mecanismo es el mismo del foehn. Puede soplar durante días en altura sin descender a la superficie y ello explica

algunas anomalías del gradiente térmico de la atmósfera libre mendocina. Durante esta fase del Zonda, la atmósfera es transparente y la visibilidad muy buena. Los altos cúmulos lenticulares son signos inequívocos de Zonda en altura. Cuando irrumpe en superficie, la clásica barra del foehn se manifiesta sobre la cordillera, y los remolinos de polvo enturbian la atmósfera y reducen la visibilidad considerablemente. Las corrientes descendentes son intensas y constituyen un peligro para la navegación aérea. Los cambios de temperatura y humedad son muy rápidos y marcados.

A los efectos mecánicos propios de todos los vientos intensos, se suman los biológicos y síquicos. Puede adelantar los procesos vegetativos en muchos días y acentuar el peligro de las heladas. También destruye flores y frutos. Además, los efectos desecantes pueden marchitar los vegetales.

Sobre las personas ejerce efectos muy variados y contradictorios cuya causa puede ser, según investigaciones realizadas respecto del foehn, el especial estado coloidal del aire mientras soplan estos vientos.

*Climas locales de las planicies mendocinas.* Con los elementos de juicio disponibles, no es posible tipificar correctamente los climas locales de las planicies. Sin embargo, creemos que los que hemos establecido responden a la realidad. Por lo menos representan los caracteres generales de dos unidades: 1) el piedemonte, y 2) la llanura.

#### *Piedemonte semiárido*

En el piedemonte se distinguen tres sectores bien diferenciados, que trataremos por separado.

1. — *Depresión del norte, con marcada influencia de la depresión del NW argentino y tendencia al cálido.* No sólo hemos podido estudiar los caracteres fundamentales del oasis, sino también confrontarlos con los del semidesierto circundante del glacis principal y de la bajada, gracias a los datos correspondientes a los observatorios de Mendoza, El Plumerillo y San Martín.

Lamentablemente, dada la falta de homogeneidad de las series estadísticas, no podemos pretender muchas conclusiones, ni extenderlas demasiado en el espacio.

De todos modos, podemos concluir que hay similitud entre las condiciones atmosféricas locales del oasis y las de la periferia de-

sértica o semidesértica. De otra manera, si bien el oasis ha borrado el desierto, el clima local no se ha alterado en forma sustancial.

2. — *Depresión de San Carlos, pequeño polo mendocino de frío.*

Las diferencias morfológicas entre el oasis anterior, abierto ampliamente al N y E, y la depresión de San Carlos en la cual se asienta el oasis medio del centro, cerrada a todos los rumbos, explican eficientemente las diferencias de los respectivos climas locales. La depresión es, sin dudas, un pequeño polo de frío en el clima regional de las planicies, con una circulación atmosférica particular y precipitaciones mayores que en la depresión del norte.

3. — *Depresión del sud, con tendencia al frío y al equilibrio anual de precipitaciones.* La localidad cuyos datos meteorológicos sirven de base, Malargüe, se encuentra en una zona de transición de gran interés climático, biológico y humano: entre los Andes, la Llanura y la Payunia, entre el sistema de circulación y precipitaciones del N y del S del país.

El clima local difiere fundamentalmente de los oasis anteriores por: 1) la sustitución del verano térmico por un periodo de heladas, que separa al otoño y el invierno; 2) por el régimen de precipitaciones de transición del tipo estival al invernal; 3) por las temperaturas, sensiblemente más bajas; 4) por la existencia de un periodo (mediados de marzo a mediados de agosto), con un balance hídrico favorable, con almacenamiento de agua útil en el suelo que alcanza a los 128 mm; pero que tiene escaso valor por producirse en la época de receso vegetativo. Solo guarda un cierto parecido con San Carlos; pero es muy distinto al clima local del oasis del norte.

### Llanura

*Con tendencia al fresco.* Si bien San Rafael está prácticamente en el borde del glacis principal, preferimos incluirlo dentro de la llanura, pero con ciertas reservas, como se verá al analizar las influencias del relieve.

Lamentablemente faltan datos esenciales en las estadísticas, sobre elementos que interesan fundamentalmente en una zona agrícola. Tales las temperaturas mínimas absolutas y las heladas.

El clima local se asemeja al de San Martín, desde el punto de vista térmico, pero difiere en las condiciones de nubosidad, el régimen de precipitaciones y el balance hídrico. La nubosidad y las precipitaciones son mayores en San Rafael, mientras que la evapora-

transpiración potencial es inferior, por lo cual tiene un balance hídrico más favorable. Mientras San Rafael puede llegar a almacenar 34 mm de agua en el suelo, San Martín presenta déficit en todos los meses del año.

El parecido térmico se debe a que San Rafael, en el frente de la cuesta del bloque del mismo nombre, está protegido de los vientos del S. Contrariamente El Nihuil, en el revés de la cuesta, expuesta al S, tiene temperaturas mucho más bajas. No obstante, pese a la falta de datos, debemos suponer que las condiciones geomorfológicas de San Rafael permiten el estancamiento del aire frío del sur, dando lugar a mayor frecuencia de heladas que en San Martín. El efecto opuesto, sobre las masas de aire provenientes del N, debe explicar, al menos en parte, la mayor frecuencia del granizo de la localidad del S.

General Alvear posee un clima local más cálido en verano y más frío en invierno que San Rafael y, por consiguiente, mayor amplitud térmica. Si bien posee mayor frecuencia de precipitaciones que esta última localidad, el volumen de agua caída es menor, al igual que la nubosidad, pues en San Rafael deben favorecer más las condiciones geomorfológicas a los movimientos ascendentes de las masas de aire. Además, San Rafael tiene menos evapotranspiración y el balance hídrico es más favorable. Alvear acusa mayor frecuencia de tormentas eléctricas y de granizo.

Desde Gral. Alvear al SE, el verano se torna más caliente y el invierno más frío, a la vez que aumentan las precipitaciones. En cambio disminuyen las heladas y el déficit de precipitaciones. Hacia el E, el clima se vuelve más frío en invierno; pero aumentan la tensión del vapor y las precipitaciones, a la vez que mejora el balance hídrico.

*Con influencia marcada de la depresión del NW y tendencia a cálido y árido.* Las diferencias térmicas con Gral. Alvear, según datos de La Paz, son mínimas. Si bien hacia la segunda localidad aumenta la tensión del vapor, la frecuencia de las precipitaciones disminuye junto con el total de agua caída y el balance hídrico es menos favorable.

Desde La Paz al este no hay cambios fundamentales hasta cruzar el río Desaguadero, en el cual comienza un aumento de las precipitaciones que se traduce en un paulatino aumento de la vegetación, pero esto ocurre ya fuera de la provincia de Mendoza.

Hacia el NE se registra un paulatino recalentamiento del medio, más tensión del vapor y precipitaciones, con mayor concentración estival. Paralelamente aumenta la evapotranspiración potencial y el déficit de agua. Las heladas disminuyen, no así el granizo.

Estos cambios hacia el E y NE explican el paso del Monte al Espinal, la mezcla de Monte y Chaco, y el Chaco.

Hacia el W, en relación con San Martín, las temperaturas medias son escasamente superiores, aunque algo más elevadas las máximas absolutas y más bajas las mínimas extremas. Las precipitaciones responden a las tres franjas que hemos bosquejado anteriormente y La Paz registra 295 mm, San Martín 192 y Mendoza 235. Prolongando el perfil pluviométrico hacia el W, luego de la precordillera, en el valle de Uspallata, encontraríamos el régimen de transición de verano al invierno; luego de Polvaredas se volvería típicamente invernal y aumentaría a medida que se asciende por la montaña.

Las heladas son más frecuentes en la llanura que en los climas semiconfinados del borde oriental de la montaña.

#### RESPUESTAS DEL HOMBRE AL CLIMA

Nuestras montañas constituyen un enorme vacío humano; pero la razón fundamental no es el clima. Admitimos que dentro de ciertos niveles las condiciones climáticas impiden la presencia del hombre, como en las altas superficies y cumbres por encima de cuatro mil metros; pero hay muchos valles relativamente bajos donde la vida, sin ser fácil, no es imposible.

La causa fundamental de la falta de población en la montaña son las posibilidades y las facilidades de vida que ofrecen las planicies. Los mendocinos no tienen aún necesidad de penetrar en el rudo ámbito de los valles cordilleranos.

De todas maneras, el hombre está presente en nuestras montañas, desde los 4.750 m/nm hasta la zona de contacto con las planicies, en forma temporaria o permanente.

Se pueden distinguir, desde el punto de vista de la presencia del hombre, los Andes septentrionales y los meridionales y, dentro de cada uno, la parte oriental difiere de la occidental, en función exclusiva de condiciones ambientales derivadas de las diferencias altitudinales.

### *Sección septentrional de la montaña*

En el valle del río Mendoza, desde Las Cuevas a Cristo Redentor, la atmósfera tiene caracteres típicos de alta montaña y la población, temporaria, está allí al solo efecto de mantener servicios esenciales que hacen al tránsito y tráfico hacia Chile, puesto que, al presente, no existe ningún otro tipo de actividad. No obstante, puede llegar el día en que otras motivaciones, como la explotación de minerales, por ejemplo, justifiquen la radicación de una población numerosa y permanente, y el clima no será un obstáculo. Los inconvenientes que éste puede presentar son fáciles de solucionar técnicamente y no escapan al buen criterio de nadie medianamente informado.

Desde Las Cuevas hasta Polvaredas, con condiciones climáticas más favorables, la presencia del hombre reviste los mismos caracteres que en la primera localidad.

Solo a partir de Polvaredas, valle abajo, hay población numerosa y estable, aunque siempre ligada a la atención de un servicio esencial, el Ferrocarril Trasandino.

Es recién a partir de Uspallata donde el hombre se ha instalado en función de la explotación de recursos del medio, agricultura, ganadería y minería. Entre Potrerillos y Cacheuta, además, la bonanza del clima ha permitido la radicación de algunas villas veraniegas. Sin embargo, la localidad que reúne mejores condiciones para este tipo de instalaciones es Uspallata y si las villas de veraneo no han llegado a mayores niveles altitudinales es a causa de circunstancias que nada tienen que ver con el clima.

### *Sección meridional de la montaña*

Distinta es la vida en los valles del sur, aunque las condiciones son semejantes a los del norte. Factores morfológicos y edafológicos han permitido el desarrollo de amplias vegas adonde afluyen los pastores con sus ganados.

Las condiciones no son uniformes en toda la sección. Las partes más altas constituyen lugares de veranadas mientras que los niveles más bajos se utilizan para invernadas.

Si la población y los rebaños no son más numerosos que los actuales, ello no es causa del clima, sino de factores socio-económicos y fundamentalmente de legislación. Son las leyes aduaneras las que han conducido a la disminución de los pobladores.

Si Mendoza quiere reconstituir su ganadería, es en estos valles donde va a encontrar la primera oportunidad adecuada; pero debe lograr antes las reformas de la legislación aduanera y reordenar las estructuras socioeconómicas.

Por último, en el valle del Atuel se encuentra la prueba de mucho de lo que se ha dicho respecto del valle del río Mendoza. A 4.750 m s/nm, se explota azufre en la cumbre del volcán Overo.

En general, las catástrofes producidas por el clima —aludes, bloqueos, etc.— obedecen a imprevisión y falta de atención técnica. Las Cuevas constituye el mejor ejemplo al respecto.

Cuando los hombres, especialmente los que ejercen el poder público, comprendan el clima de la montaña y se decidan a responder a los problemas que plantea, la vida en los Andes no solo mejorará sustancialmente y se podrá pensar en incrementar la población, sino que podrán constituirse en centros de reposo, descanso y salud. Tal ocurrirá, quizás, cuando se deje de ver en los valles andinos tan solo una vía de circulación, mal atendida, por otra parte.

Las interrupciones del servicio ferroviario y del camino no obedecen a la cantidad de nieve caída durante el invierno que —sabemos— es poca, sino a deficiencias en obras de arte y equipos adecuados. En otros países, con climas más rigurosos y nieve más abundante, los servicios de transporte jamás se interrumpen.

### *Las planicies*

No caben dudas de que el paisaje de las planicies mendocinas, desde el punto de vista natural, corresponde a su clima semiárido y a veces árido, y que esta definición comporta no solo caracteres físicos esenciales inconfundibles, sino que también adelanta nuestro conocimiento sobre el tipo de organización y transformaciones realizadas por el hombre.

Concuerda con el clima el modelado del terreno, evidenciado con amplitud en sus extensos pedimentos y glaciares, médanos, depresiones salinas, malas tierras y huayqueñas (*bad-lands*), estilo de disección de los interfluvios, etc. Los suelos esqueléticos y el régimen de escurrimiento confirman no solo el régimen desértico actual, sino también su antigüedad. Finalmente, todo el colorido del paisaje nos habla de la aridez presente y pasada y pone de manifiesto la falta de asidero de los supuestos cambios climáticos en tiempos históricos, a los que con frecuencia el común de las personas vincula las catástrofes a que el clima somete a sus cultivos.

### *Catástrofes y supuestos cambios climáticos*

No son pocos, por otra parte, los que creen ser testigos de verdaderos cambios climáticos. Tales creencias parten de conceptos equivocados sobre lo que debe entenderse por "cambios, variaciones y ciclos climáticos".

Cambio de clima es toda modificación en un solo sentido, a través de largos períodos que exceden, hasta el presente, a muchas generaciones de individuos, ya sea mejorando o empeorando, pero produciendo siempre una modificación sustancial.

Las alteraciones temporarias, en cualquier sentido, se denominan variaciones del clima y no suponen transformaciones sustanciales del mismo; es decir, conservan los caracteres esenciales y generalmente son cíclicas.

Los verdaderos cambios de clima, en la historia de la tierra, son pocos, y es muy difícil establecerlos para los tiempos históricos.

Los supuestos cambios de climas, por su repercusión, se atribuyen particularmente al régimen o cantidad de precipitaciones.

La insistencia en tales creencias ha llevado a organismos oficiales y a distintos investigadores, a realizar estudios sobre el particular. Tales los trabajos citados por Weber en su artículo sobre *Tendencias de las lluvias en la Argentina en lo que va del siglo*; el relativo a *Datos históricos acerca de las precipitaciones pluviales en la zona de Buenos Aires*, del geógrafo Romualdo Ardissonne, estudio que comprende desde el siglo XVI hasta 1921; el del ingeniero Argerich sobre lluvias y sequías en la zona de Bahía Blanca; el informe que en 1938 publicó la ex Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología, con motivo de una persistente sequía; el del geógrafo Federico A. Daus relativo a *Los bosques del Chaco*, nuestros trabajos sobre *El problema de las precipitaciones en San Luis y Régimen de aridez de la provincia de San Luis*. En ninguno de éstos se ha admitido la variación significativa y constante de las precipitaciones y mucho menos cambios climáticos.

El ingeniero agrónomo Teodoro F. A. Weber, en el trabajo mencionado,<sup>122</sup> ha demostrado que en la mayor parte del país las precipitaciones han aumentado, pero que de ningún modo supone un cambio sustancial o cambio de clima. En el caso concreto de

<sup>122</sup> WEBER, T. F. A., *Tendencias de las lluvias en la Argentina, en lo que va del siglo*, en "DIA", N° 48, Buenos Aires, 1951.

nuestra provincia, fuera de una pequeña área que excede un poco al gran Mendoza, las precipitaciones han aumentado tan escasamente que no puede considerarse de significación desde el punto de vista biológico.

Más recientemente, Schwerdtfeger y Vasino,<sup>151</sup> admitieron para Mendoza, una disminución de 0,7 mm.

En cuanto al sud mendocino, del cual se dice que "el clima ha experimentado un cambio sustancial, atribuyéndolo en cierta medida y sin mayor fundamento técnico a la existencia de la gran masa de agua correspondiente al lago El Nihuil; allí se originarían —según esa opinión— los frentes de tormenta que luego descargan granizo y lluvias sobre los plantíos de aquellos departamentos"<sup>152</sup> no tiene ningún asidero dentro del período a que el cambio es referido.

Lamentablemente no se disponen de todos los testimonios que sería de desear para profundizar en matices climáticos locales o microclimáticos, pero se pueden ensayar estudios de algunas localidades para las cuales se cuenta con elementos de juicio suministrados por las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional, como las de San Rafael, Colonia Alvear, Malargüe, Santa Isabel (La Pampa) y Chos Malal (Neuquén). Además existen series estadísticas más nuevas obtenidas por INTA, Agua y Energía, y la provincia de Mendoza, en El Nihuil, Rama Caída, Bardas Blancas y Valle Hermoso. En última instancia los estudios históricos, geológicos, edafológicos y humanos suministran datos de interés, a condición de que se sepa discernir entre los efectos reales del clima y la acción a veces destructora del hombre.

A título ejemplo, por razones de espacio, se analizarán, en esta ocasión, solamente los datos relativos a San Rafael.

El promedio de precipitaciones anuales para el período comprendido entre 1921 y 1930 fue de 344 mm; de 1931 a 1940 de 232; de 1941 a 1950 de 290; y de 1951 a 1966 de 343. Es decir, las precipitaciones de la última década, según estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional, son inferiores en un milímetro con respecto a la primera década (1921 a 1930) y superiores a las otras dos consideradas (1931-1950).

<sup>151</sup> SCHWERDTFEGER, W. y VASINO, C. S., *La variación secular de las precipitaciones en el este y centro de la República Argentina*, en "Meteoros", Año IV, N° 3, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1954.

<sup>152</sup> LOS ANDES, 12-XII-64

Entre los años 1919 y 1960, el promedio mayor de precipitaciones correspondió a 1921, con 734 mm y una precipitación extraordinaria, en el mes de octubre, de 250. El segundo gran promedio se registró en el año 1943 con 574 mm. La característica fundamental ha sido, y sigue siendo, su gran irregularidad.

Contrariamente a lo dicho sobre "cambio sustancial del clima", a las estadísticas precedentes pueden agregarse las relativas a temperaturas. Entre los años 1905-10; 1935-38, el promedio de temperatura anual fue de 14,8°, y el correspondiente al período 1951-60 fue también de 14,8°.

Respecto de la influencia del lago de El Nihuil, cabe destacar que el mismo nada tiene que ver con la formación de "frentes de tormentas" que se originan en procesos tan amplios que exceden, generalmente, a los límites del país. Esto no descarta limitadas incidencias en caso de tormentas de tipo convectivo, por ejemplo.

Esta idea del cambio climático a causa de lagos no ha podido ser demostrada en distintos estudios realizados para los embalses de Córdoba, donde se cuenta con observaciones anteriores y posteriores a la construcción de las presas, ni siquiera en el orden microclimático.

El déficit de precipitaciones para la zona, resultante de la relación de evapotranspiración-precipitación, arroja un índice del orden de los 800 mm anuales, que de ninguna manera puede ser satisfecho por el aporte de humedad del embalse de El Nihuil.

En suma en Mendoza, en todos los tiempos históricos el clima fue como hoy. Lo demuestra el hecho de que el hombre, que desde un primer momento intuyó sus ventajas e inconvenientes, practica actividades similares, sin que nada haga pensar, después de más de 400 años, en un cambio sustancial. Es más todavía, la antigüedad del clima árido se remonta no solo a la protohistoria, sino que se pierde en la lejanía de los tiempos geológicos.

Solo son admisibles modificaciones de tipo local y microclimática de origen antrópico introducidas mediante las grandes extensiones cultivadas, enormes masas de cementos, etc.; pero que en nada afectan al clima, el cual obedece a grandes procesos atmosféricos, que siguen siendo los mismos y tan igual como el antiguo paisaje natural.

### *El clima y el paisaje de las planicies*

El hombre ha operado importantes transformaciones para humanizar el paisaje natural, dentro de las posibilidades que la naturaleza le ha ofrecido y esto se comprueba dentro de determinados marcos comunes a todas las regiones desérticas del mundo donde se apliquen los mismos recursos técnicos. Esta transformación se nos aparece más o menos extensa o profunda, según del punto de vista con que se realice el enfoque.

Atendiendo a las transformaciones operadas por el hombre, de acuerdo con la extensión, la obra realizada es mínima desde que tan solo el 3 % del territorio mendocino ha sido conquistado y valorizado. Más exigua es la transformación si se la observa en relación con las posibilidades naturales. Mendoza cuenta aún con recursos hídricos asegurados por su clima, suficientes para multiplicar varias veces sus zonas conquistadas al desierto; lo que falta es la obra del hombre.

Si se analiza la profundidad de las transformaciones realizadas, hasta llegar a crear los inmensos oasis dentro de los cuales se llega a perder de vista y de sentido el desierto que nos rodea, la labor realizada es inmensa. De todas maneras, si bien estos oasis son los mayores del país, son en cambio minúsculos frente al área virgen inconquistada que los rodea.

Fuera de los oasis, el paisaje natural permanece casi virgen o virgen, o, en todo caso, los rasgos desérticos han sido acentuados por la acción desequilibradora del hombre en un medio crítico, mediante la destrucción de la cubierta vegetal para satisfacer sus necesidades más elementales o mediante el recargo excesivo de los campos con ganado. Incluso la explotación de las aguas en los oasis ha degradado paisajes lacustres opulentos convirtiéndolos en desiertos miserables no solo desde el punto de vista físico sino también biológico y humano, como Guanacache.

Los oasis son, por otra parte, los espacios más típicamente mendocinos, aun frente a otros oasis semejantes de provincias vecinas, por su estilo, por su opulencia, por el alto grado de organización, basado en la convergencia de factores naturales irremplazables en los cuales el clima juega un papel preponderante. Más de una vez con justa razón, ha sido exaltada la labor del hombre de Mendoza frente a la de otros de los oasis llamados pobres, olvidando las ventajas naturales de unos y otros. Los mismos hombres u otros hom-

bres con el mismo espíritu de sacrificio y de empresa pudieron poblar a otros oasis, pero lo que no se pudo y no se puede trasladar son las combinaciones de tipo morfoclimático que la naturaleza ha dado a Mendoza.

En suma, en Mendoza el hombre ha podido dar medida a todas las cosas, pero el medio ha dado el molde para todas ellas.

Desde un principio, los primeros pobladores advirtieron las ventajas que el medio ofrecía a las actividades agrícolas, ventajas muy bien sintetizadas por Papadakis:<sup>154</sup> "Sus valores térmicos, la intensidad de la luz solar, su reducida nubosidad, sus vientos moderados y escasa fuerza en gran parte del año, y el bajo porcentaje de humedad relativa de la atmósfera, son factores que contribuyen de manera muy propicia, a la buena marcha de los cultivos y a la obtención de los mayores rendimientos" de las especies elegidas.

De acuerdo con el clima eligió el hombre a la vid como base de su riqueza. "En la incorporación de la riqueza vitivinícola —dice Zamorano<sup>155</sup>— al territorio mendocino se ha atendido especialmente a las condiciones climáticas".

"Una temperatura adecuada y un déficit de humedad que no necesita mayor demostración, son las características climáticas de Mendoza que atañen más directamente al cultivo de la vid. Destacable es también su alto índice de heliofanía relativa: 64".

"Las temperaturas medias de Mendoza dejan un margen de comodidad para el desarrollo vegetativo de la vid. En el mes de floración (noviembre), la media es de 20,9° C; entre la aparición de los brotes y la madurez (setiembre a febrero inclusive), 20,5°; desde la floración a la vendimia, 22,4°. Tales temperaturas medias satisfacen ampliamente las exigencias térmicas de la planta". Luego de señalar los inconvenientes de las heladas, hace notar que las "características generales de la sequedad de la atmósfera y los inviernos fríos, son favorables a la mejor calidad de la uva. Digamos como reflexión —agrega— que en Mendoza el clima ha ejercido una influencia benefactora jugando su papel libremente. Podríamos decir que todos los cepajes se han sumergido con amplitud en ese clima generoso".

<sup>154</sup> INTA, *Informe agropecuario de la provincia de Mendoza*, en "IDIA", N° 140, Buenos Aires, 1959, B. El medio ecológico y productivo.

<sup>155</sup> ZAMORANO, M., *El clima de Mendoza*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. VI, N° 23, Mendoza, Instituto de Geografía, 1959, p. 49.

No solo la selección de las especies lleva el sello climático lógico, sino también el ritmo anual de cultivos, aunque sea por vía indirecta. Un ejemplo bien característico al respecto ha sido dado por Papadakis. "Como dijimos ya hay un cierto excedente de agua a fin del verano, otoño, invierno y este excedente de agua se usa muy útilmente cultivando hortalizas de verano (tomate, etc.), de invierno (arvejas) y de media estación con siembra a fin del verano (coles, etc.)."<sup>10</sup>

... "Pero desde que solo los oasis cuentan como sede permanente del hombre capaz de arraigarlo en la vida sedentaria y de dotarlo de las condiciones adecuadas para su ascensión en lo físico y espiritual, el poblador de los mismos lleva adherida a su retina la imagen de sus campos en flor, que se superpone a la semblanza repulsiva de los suelos yermos y esqueléticos que envuelven los oasis; y termina por borrarla. Por su parte el observador foráneo tarda en descubrir el equívoco y suele no llegar a comprenderlo. ¿Quién puede admitir de primera intención que la vehemente ciudad de Mendoza está plantada en medio del desierto más huraño de las planicies argentinas?

"Pero solo cuando se ha descompuesto la armadura de este organismo coherente que es el *oasis fluvial y el desierto* que lo envuelve, se llega a columbrar de principio a fin el mecanismo de su vida singular. . .

"Las condiciones geográficas que condicionan este cuadro dependen fundamentalmente del clima árido; en el límite entre San Juan y Mendoza, la media anual de lluvia es una cifra inferior a los 100 milímetros. . . Solo en las montañas se forman los ríos, de Jujuy a Santa Cruz y en relación directa al volumen orográfico". De aquí también la jerarquía de los oasis (ricos y pobres). Cuando los ríos se nutren en las altas cordilleras coronadas de nieves persistentes acarrean caudales más abundantes y dan vida a los grandes oasis, como los de Mendoza, ricos y pujantes, cuyos interiores semejan a regiones húmedas.

"La vida en el oasis lleva en sí el fermento propulsor del espíritu de sociedad y de cooperación. El oasis es una verdadera colmena humana, en el sentido de que en él es inevitable el trabajo en común". En el caso específico de "Mendoza, por ejemplo, que

<sup>10</sup> PAPAĐAKIS, J., *Informe ecológico* —, op. cit.

en medio de un oasis que por sus dimensiones es capaz de borrar en un gran perímetro la semblanza del desierto subyacente, aparezcan aquí y allá los manchones de pedregales. En todo caso el poblador del oasis domina siempre el desierto con la vista y contempla, desde el átomo de tierra útil que cultiva, una inmensidad de desierto inútil".<sup>157</sup>

Estos oasis creados por el hombre, tienen el molde y la medida que la relación técnica-medio les ha dado. La montaña suministró el agua y la planicie los suelos. Están como parches esparcidos a la vera o entre los ríos, disputando el espacio al desierto.

Para ello el hombre organizó el riego mediante obras que van de simples canales a los diques derivadores y de embalse. El rasgo más típico de la ciudad de Mendoza es precisamente su red de "acequias". Por otra parte, la distribución del agua exigida por las menguadas precipitaciones de las planicies, ha engendrado el fenómeno antropogeográfico de la concentración exclusiva de los pobladores entre la maraña de canales matrices, derivadores, acequias, sobreacequias, hijuelas, etc., "formando grupos coherentes, más o menos densos, a lo largo de los ríos. Estos oasis contienen casi el total de la población. El 95 por ciento de la población mendocina está concentrada en ellos. Finalmente, el riego ha valorizado las tierras y la producción".<sup>158</sup>

La influencia del clima se manifiesta en muchos aspectos particulares de la vida de los oasis mendocinos mediante las previsiones o respuestas del hombre. Las largas hileras de álamos que forman parte del paisaje mendocino, "generalmente plantadas en el sentido este-oeste", tienen por objeto la "protección contra los embates del viento Zonda", procedente del NW. Son las clásicas trincheras mendocinas, que también puede encontrarse en otro sentido. La misma "orientación de las hileras se hace —en el viñedo— siempre de norte a sur, para permitir la mejor acción solar".

En cuanto a las labores culturales, la "primera arada, la de la segunda quincena de mayo, tapando el surco, tiene por objeto la protección de la cepa contra el frío del invierno, la de setiembre,

<sup>157</sup> DAUN, F. A., *Población de los oasis ricos y de los oasis pobres de la región árida argentina*, en "Revista de la Sociedad de Historia y Geografía de Cuyo", t. III, Mendoza, 1946, p. 263-272.

<sup>158</sup> VELASCO, M. I., *Los aprovechamientos de agua para riego en la región árida argentina*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. VII, Nº 27, Mendoza, Instituto de Geografía, 1960, p. 65-106.

en cambio, facilita la acción del calor y acelera la brotación". Alternativamente se crea una nueva morfología agraria.

"La poda seca inicia las labores de invierno (junio o julio) aunque se posterga en los lugares más expuestos a las heladas tardías". El despampanado en poda verde se hace en octubre, diciembre y antes de la cosecha.<sup>159</sup> A cada labor cultural el campo, y aun la ciudad mendocina, cambia de paisaje, de actividad y de color, incluso en el aspecto meramente especulativo. Según se comporten los agentes climáticos, los industriales presionan sobre los productores y toda la política económica —y no económica— mendocina gira en torno a ello.

La protección contra estas afechanzas de los agentes climáticos es tan antigua como la instalación del hombre. Draghi Lucero ha señalado de qué modo se protegían antiguamente los vinos contra el Zonda. Según este autor, en la época colonial se sellaban las vasijas con cal, yeso ó barro para evitar la entrada de cuerpos extraños y luego se enterraban "las tinajas que oficiaban de vasijas de conservación".

"Estas tinajas no sobresalían de la superficie del piso de la bodega más de diez centímetros, de manera que prácticamente el vino se conservaba en subterráneos y se lo hacía, precisamente, para liberarlos de los bruscos y repetidos cambios climáticos que principalmente provocaba el caliente y rastrero viento Zonda."

"Era costumbre tener siempre húmedo el piso de la bodega para provocar la mayor frescura del ambiente".<sup>160</sup>

Modernas técnicas, grandes ensayos, han sustituido a métodos primitivos, según los hemos referido oportunamente, para controlar, encauzar y neutralizar los efectos del clima, y con ello han ido naciendo industrias tales como las de los azufres, aceites, calefactores, etc. que importan para Mendoza una extraordinaria fuente de riquezas.

Otros aspectos guardan relaciones directas con el clima y se proyectan en el paisaje mendocino. Así, aparte de que los materiales de construcción están sensiblemente ligados al suelo y al clima, el hombre ha respondido a éste con la orientación y construcción de sus viviendas. "La influencia del clima sobre la vivienda rural

<sup>159</sup> ZAMORANO, M., *op. cit.*

<sup>160</sup> DRAGHI LUCERO, J., *La bodega mendocino-sanjuanina durante la primera época colonial*, en "Revista de la Sociedad de Historia y Geografía de Cuyo", t. II, Mendoza, 1946, p. 213-220.

se pone de manifiesto en diversos dispositivos con los cuales se pretende contrarrestar sus inconvenientes, o aprovechar en mayor grado sus efectos beneficiosos".

"En este sentido, consideramos que las disposiciones que regulan la orientación, la defensa contra los vientos y la canícula, han ejercido una influencia innegable en el plano de la vivienda, de tal manera que éste es una resultante del clima más que del género de vida practicado o de los recursos de que dispone quien los construye".<sup>161</sup>

La orientación hacia el N de un alto porcentaje de viviendas, aun cuando tengan que dar la espalda al camino principal, responde al deseo de recibir en su plenitud las radiaciones solares durante el invierno; las galerías y ramadas generan efectos contrarios. El plano todo responde en parte a la necesidad de protegerse contra los vientos dominantes del oeste, sur y este.

El techo de la vivienda rural guarda una doble relación con el clima. Sus materiales deleznables resisten bien a causa de la escasez de las precipitaciones y el grado de inclinación responde a la misma condición del clima.<sup>162</sup>

En cuanto la vivienda pastoril, la más rudimentaria de Mendoza, responde también a condiciones climáticas. En el caso de la doble vivienda, de verano y de invierno, la primera es mucho más rudimentaria por cuanto las condiciones climáticas son menos rigurosas.<sup>163</sup>

Las construcciones urbanas, antiguas y modernas, guardan siempre relación con las manifestaciones directas o indirectas del clima e incluso las ciudades revelan, a través de los sistemas de defensas contra los aluviones, las influencias del sistema climático.

### *Advertencia final*

Desde los valles de la cordillera a las planicies mendocinas, pasando por la Payumia, el clima mendocino favorece, con ciertas características y limitaciones propias de cada región, la expansión del hombre. El problema fundamental es el agua.

La actividad del hombre en las planicies se encuentra circums-

<sup>161</sup> ZAMORANO, M. *La vivienda rural en la provincia de Mendoza. Sus rasgos fundamentales*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. III, N° 12, Mendoza, Instituto de Geografía, 1956, p. 125-151.

<sup>162</sup> *Ibidem*.

<sup>163</sup> GARCÉSQUEL, B. G. *El río Atuel en su curso de montaña...*, op. cit.

crita a un área que solo representa el 3% de la provincia. Si no se ha extendido más, no es culpa del clima, que le ofrece un régimen térmico e hídrico adecuado, sino por una organización anacrónica de los espacios.

Los oasis mendocinos fueron creados en unidades donde, dados los medios y recursos de la época, eran más adecuados. El mejoramiento de las técnicas permite ocupar ahora plenamente estos espacios e, incluso, llegará a sobrar el preciado líquido para el riego; pero el hombre está encerrado en unidades geomorfológicas estrechas. En poco tiempo, la división de la propiedad, por diversas causas, dará lugar a la existencia de minifundios antieconómicos y Mendoza enfrentará una grave crisis, mientras sobraré agua y tierra.

La expansión actual se lleva a cabo sobre las bases precarias del agua subterránea. Es más, con la estructura y proyectos actuales, especialmente los relativos al aprovechamiento de los caudales del río Grande, sobraré más agua y faltarán tierras.

Mendoza necesita de un gran proyecto, distinto a los esquemas clásicos, audaz y continuado, para aprovechar las posibilidades que la conjunción de los climas regionales de la montaña y las planicies le ofrecen, para evitar un futuro desastre económico y social. Debe crear una nueva estructura para erigir en sus desiertos nuevos oasis de cultivo, mediante un mejor aprovechamiento de sus ríos, especialmente del Grande.

Hemos estudiado el problema y bosquejado nuestros proyectos, los cuales omitimos, por no ser objeto fundamental del presente trabajo.

Finalmente, Mendoza debe desarrollar técnicas más acordes con sus posibilidades climáticas para mejorar los rendimientos y proteger el esfuerzo de sus hombres. La difusión y utilización de los medios de defensa contra las heladas no solo es posible, sino indispensable. La institución de alguna forma de seguro agrícola que contemple a los grandes flagelos climáticos es impostergable, especialmente si se logra el concurso de instituciones privadas.

El aumento de la producción traerá aparejados problemas de mercado que no se solucionarán mediante la destrucción de los cultivos y sus frutos, con el aliado del clima, sino mediante la diversificación de la producción y la conquista de nuevas fuentes de consumo. La corrección de los defectos físicos y biológicos del clima, debe comenzar por los morales y técnicos.

# INDICE

PRESENTACIÓN .....	6
PRÓLOGO .....	6
INTRODUCCIÓN A LA CLIMATOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA	
CAPÍTULO I. — Mendoza en el cuadro de la circulación atmosférica general .....	6
<i>Influencia del anticiclón subtropical semipermanente del Atlántico. Influencia de la depresión del NW. Influencia del anticiclón subtropical semipermanente del Pacífico. Anticiclones, ciclones móviles, frentes y otros procesos.</i>	
CAPÍTULO II. — Los tipos de tiempo .....	29
<i>División estacional del año climático.</i>	
<i>ÉPOCA DE MÍNIMA ACTIVIDAD. Estudios anticiclónicos tipos y extensa situación de Zonda. Largo período de heladas interrumpido por vientos Zonda, días primaverales y algunas nevadas.</i>	
<i>ÉPOCA DE ACTIVIDAD MÁXIMA. Setiembre y una tibia y variable primavera. Comienzan las lluvias. Período caluroso, de tormentas, chaparrones y granizo, alternado con descensos térmicos. Diciembre y una ola de frío extemporáneo. Dos marcados descensos térmicos en pleno verano. Tiempo excepcionalmente húmedo entre dos estudios muy fríos pero la época. Dos períodos lluviosos y una desastrosa helada en pleno mes de marzo. Un mes de abril con heladas, granizo y lluvias. Síntesis.</i>	
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DE LA REGIÓN DE LAS MONTAÑAS	
CAPÍTULO III. — Caracteres generales .....	86
<i>Resgos geomorfológicos de interés climático. Efectos climáticos de la montaña. Caracteres climáticos.</i>	
CAPÍTULO IV. — Los climas locales de la extremidad norte de las montañas .....	112
<i>Valle longitudinal del río Los Cueros o quebrada de Matucana. Valle transversal cordillerano del río Mendoza. Valle de Uspallata. Valle precordillerano del río Mendoza. El frente occidental de la precordillera de Uspallata.</i>	
CAPÍTULO V. — Climas locales de la extremidad sud de las montañas .....	145
<i>Valle del Auel. Probables pisos climáticos. Valle Hermoso.</i>	
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DE LA REGIÓN DE LAS PLANICIES	
CAPÍTULO VI. — Consideraciones generales .....	178
<i>Caracteres físicos generales del clima.</i>	
<i>CLIMA Y VEGETACIÓN DE LAS PLANICIES. Morfología. Vegetación. Caracteres climáticos del Monte. La frontera entre el Monte y el Chaco.</i>	
CAPÍTULO VII. — La irregularidad de las precipitaciones y los problemas asociados .....	204
<i>Alucones y riego. Régimen sinóptico de la lluvia en el piedemonte. Distribución anual de las precipitaciones. El problema de los alucones. Clima, caudales y riego.</i>	