
Boletín de Estudios Geográficos

RICARDO G. CAPITANELLI

BALANCE HÍDRICO DEL PIEDEMONTTE MENDOCINO

Distintas razones, que se pondrán en evidencia en este ensayo, confieren especial importancia al problema de las precipitaciones en el piedemonte mendocino.

La elección del tema se debe a la necesidad que de su conocimiento se advierte entre los especialistas de las más diversas disciplinas (geógrafos, geólogos, hidrólogos, agrónomos, urbanistas, etc.) y a la falta de un estudio sobre el particular.

Este ensayo se fundamenta en trabajos generales, para todo el país, realizados por autores como F. J. Prohaska, K. Wölcken, A. Maurstad, W. Knoche y otros que han tratado aspectos parciales de Mendoza, como W. Georgii. En segundo lugar, se ha recurrido a la ordenación, sistematización, análisis aritmético e interpretación de series estadísticas de sólo diez años (1941-50), pero homogéneas. Frecuentemente se encontrarán diferencias entre los valores medios mencionados: ello se debe a que los distintos autores consultados y el presente trabajo, utilizan series correspondientes a distintos períodos.

El análisis de la Carta del Tiempo era indispensable; pero, al no contar con las originales, se ha recurrido a la bibliografía, para lo cual lo más adecuado es el análisis de Wölcken.

Si este intento da lugar a nuevas investigaciones y discusiones, habrá cumplido, en parte, una función importante.

EL PIEDEMONTTE MENDOCINO

Aunque parezca elemental e innecesario, se tratará de precisar la situación, extensión y caracteres generales del piedemonte mendocino.

Está constituido por una franja meridiana irregular y de ancho variable. Su límite W lo constituyen dos unidades orográficas distintas: 1) desde el río Mendoza al N, la precordillera, y 2) desde el río Mendoza al S, la cordillera de los Andes. En cuanto al límite E, menos neto

y más sinuoso, en forma general se puede fijar en la terminación de los torrentes que temporariamente cruzan el piedemonte (Fig. 1).

Tiene una pendiente de sentido general W-E, entre 1800 y 600 m

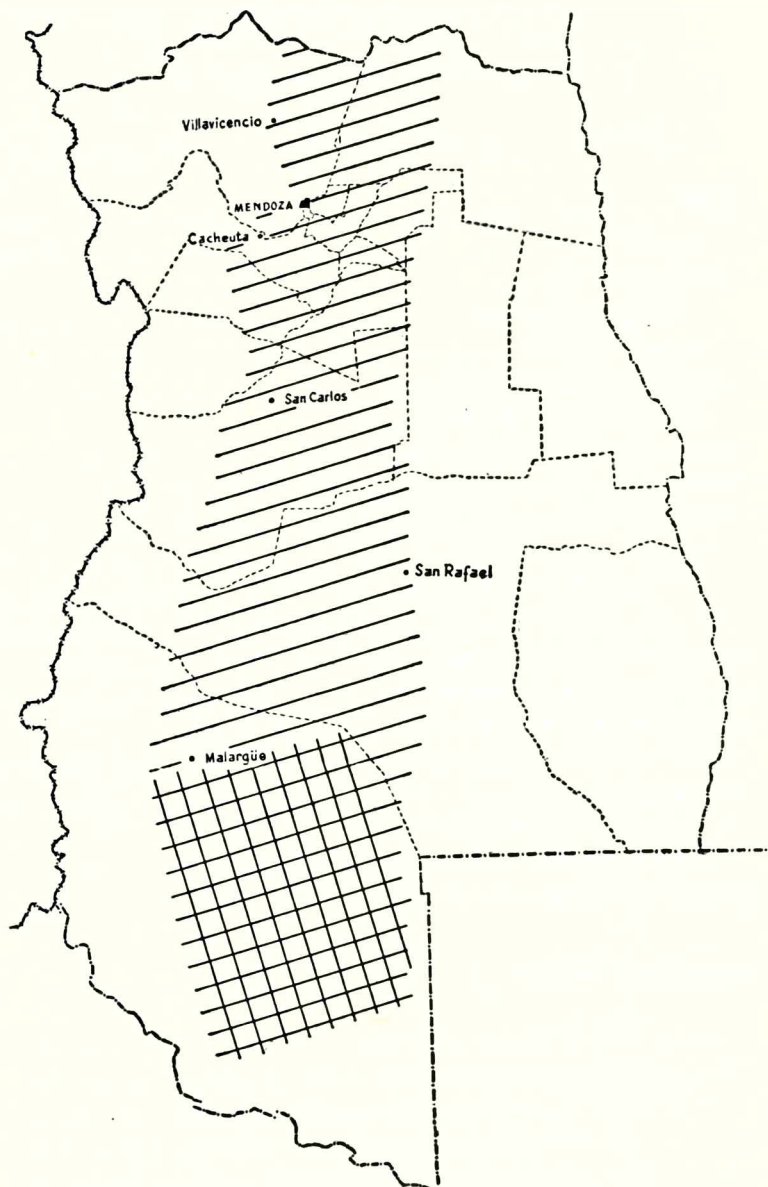


Fig. 1

s/nm. Se puede dividir en una franja occidental, entre el borde de la montaña y la isohipsa de 700 m, y una franja oriental. La primera mucho más inclinada que la segunda. De norte a sud el piedemonte presenta dos pendientes: 1) desde las inmediaciones de la mina de uranio "Huemul" al S con drenaje hacia al sistema del Colorado, y 2) de la mina "Huemul" al N. La línea divisoria se encuentra a los 1.600 m, aproximadamente, s/nm.

Cursos de agua permanente y temporarios (esasmódicos) cruzan el piedemonte. Los primeros son ríos alóctonos que se nutren de la fusión de las nieves y deshielos de las altas cumbres andinas. Son éstos el Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel, Malargüe, Grande, Barrancas y Colorado. Los cuatro primeros tuvieron un colector, el Desaguadero, pero en la actualidad la utilización de las aguas los ha desconectado del antiguo sistema y ya no vuelcan, sino ocasionalmente, al colector. Los restantes, excepto el Malargüe, que se pierde en la planicie y laguna de Llacanelo, integran el sistema del Colorado y vierten sus aguas, por su intermedio, al Atlántico. No obstante poseer los más grandes caudales mendocinos, no son aprovechados.

Los cursos temporarios, que pasan casi todo el año seco o, con más exactitud, que a veces suelen traer agua, son verdaderos torrentes que en ocasión de intensas y anormales precipitaciones dan lugar a peligrosos aluviones. Se agotan, generalmente, donde el perfil y la calidad de los suelos tornan crítico el drenaje. Son productos del desértico clima pedemontano.

Desde el punto de vista humano, el piedemonte presenta dos aspectos fundamentales: 1) los ricos oasis fluviales creados a lo largo de los ríos alóctonos y los centros poblados e industriales, y 2) el espacio desértico intermedio, de actividad pastoril temporaria (invernadas) en la parte más elevada y próxima a la montaña y permanente en las zonas bajas. Solamente la minería, poco avanzada, y la trashumancia enlazan e integran la actividad económica pedemontana con la de la montaña. Fuera de esta vinculación, la montaña es únicamente la fuente que nutre los ríos alóctonos y sus valles los estrechos caminos que conducen a la planicie.

RÉGIMEN ESTACIONAL DE LAS PRECIPITACIONES EN MENDOZA

El piedemonte mendocino 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"¹. Esto explicaría, en gran parte, la profunda penetración fitogeográfica de la Patagonia en territorio mendocino, señalada por autores de la autoridad del doctor Adrián Ruiz Leal, y explicaría ciertos aspectos morfológicos y humanos.

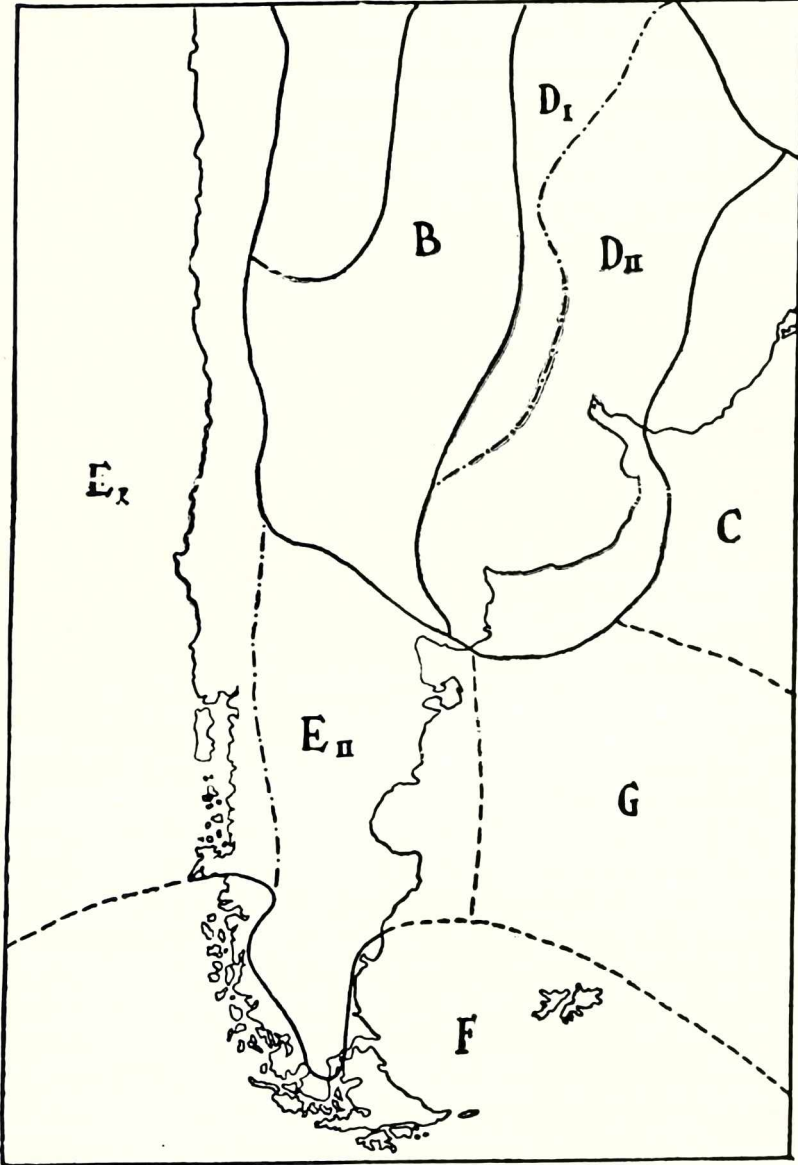
Mendoza se encuentra, desde el punto de vista de las precipitaciones, íntegramente dentro del "régimen subtropical continental durante todo el año (con escasas lluvias durante todo el año con máxima en verano)". Este régimen excede el ámbito de la provincia y linda por el norte con el "régimen tropical 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 "régimen subtropical pacífico en verano y de la zona templada en invierno, con máxima lluvia en invierno y mínima en verano" (Fig. 2). 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 Prohaska², 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. Esto 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.

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

² *Ibidem*.

Las precipitaciones, en cambio, serían similares a las del régimen dominante al norte de Mendoza, o sea, que "no solamente se observan lluvias



B: Subtrop. contin. durante todo el año.
E-1: Subtrop. pacífico: Pacífico y costa chilena...
E-2: Idem Patagonia y costa atlántica...

Fig. 2

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 soportan 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. Sólo tomando en cuenta toda la región, el mes de diciembre tiene el máximo de lluvia"³. 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 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 5 y Fig. 3) a este mes corresponde una mínima secundaria, ubicada entre dos períodos 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 Prohaska (Fig. 2), el ángulo NE de Mendoza tiene máximas precipitaciones en el mes de enero y el resto en diciembre. En verdad, de acuerdo a los períodos de estadísticas aquí utilizados, las máximas corresponden a enero o febrero; pero nunca a diciembre. En este período, como ya se dijo, se registra la mínima secundaria, excepto Malargüe, del cual se hizo un análisis por separado por cuanto su 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 Mendoza⁴.

³ *Ibidem.*

⁴ *Ibidem.*

El presente trabajo, destinado al estudio de las precipitaciones en el piedemonte mendocino, excluye a la cordillera, donde las mismas predominan en invierno, como en el "régimen subtropical pacífico en verano y de la zona templada en invierno, con máxima de lluvia en invierno y mínima en el verano, subtipo pacífico y costa chilena entre 29 y 47° S".

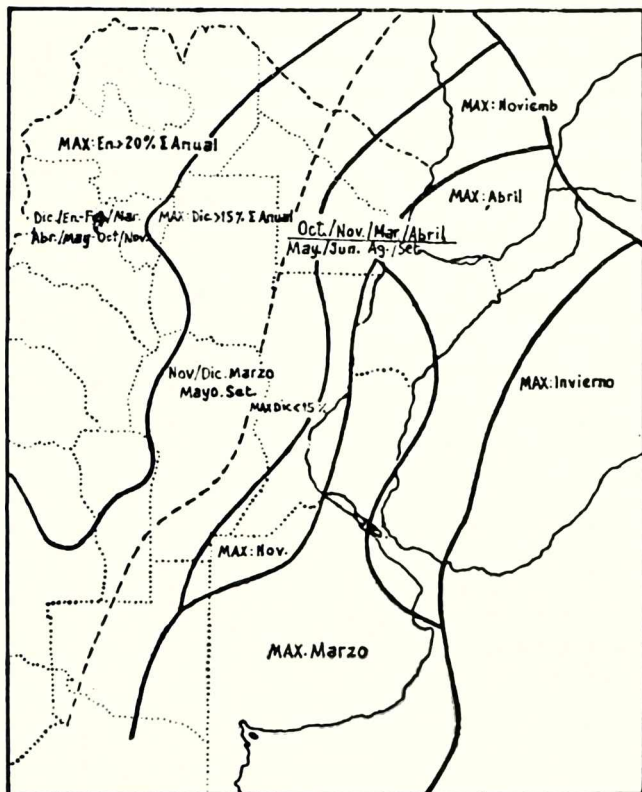


Fig. 3

Dentro del piedemonte mendocino es necesario separar a Malargüe por cuanto su régimen de precipitaciones, que probablemente sea el del todo el SW de Mendoza, es completamente distinto al resto de la provincia.

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 mínimo 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 de nieve. En cuanto al subtipo "pacífico-chileno", es favorecido en su acción por la escasa altitud de la cordillera a esa latitud.

Resumiendo, puede decirse que el tipo Malargüe se caracteriza por la mejor distribución respecto del resto de la provincia, sin concentración en ninguna estación en forma preponderante; pero donde, no obstante, es posible advertir un período de máximas lluvias primarias de junio a agosto y otro de febrero a marzo y uno de mínimas primarias de setiembre a enero y otro de abril a mayo. El mes de mayores precipitaciones corresponde a agosto y el de las mínimas a diciembre ⁵. Como puede verse, el régimen es completamente distinto al resto del piedemonte mendocino.

CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA

En sentido muy general, puede decirse que la provincia de Mendoza se encuentra en una posición neutral o, mejor dicho, en una zona de transición dentro de los grandes sistemas de precipitaciones del país. Como dice Maurstad, entre "la corriente de aire del sector nordeste" que pertenece al sistema atlántico de vientos impulsados por el extenso anticiclón semipermanente del Atlántico y el sistema pacífico. Además, la corriente del Pacífico no es homogénea sino que se forma de aire subtropical, proveniente del gran anticiclón semipermanente pacífico y aire polar. Ambas corrientes, la polar y la pacífica, forman el *frente polar pacífico*, cuya posición promedio se encuentra entre los 40

⁵ RUIZ LEAL, Adrián y ROIG, Fidel A., *Erial de vegetación en montículos*, en "Boletín de Estudios Geográficos". Vol. VI (Mendoza, Instituto de Geografía, 1959), p. 161-209. Cap. de clima, por RICARDO G. CAPITANELLI, p. 186-193.

y 50° 6. Esta convergencia hacia Mendoza de las corrientes citadas si bien, como se ha dicho, ninguna alcanza plenamente a la provincia, ubicada en una posición casi neutral, explican también la variedad de procesos que pueden provocar precipitaciones.

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. Las sudestadas, "que llevan grandes masas de aire polar marítimo, húmedo y nuboso, hacia el interior del país" producen precipitaciones orográficas. "En la sudestada típica dichas precipitaciones orográficas, más bien

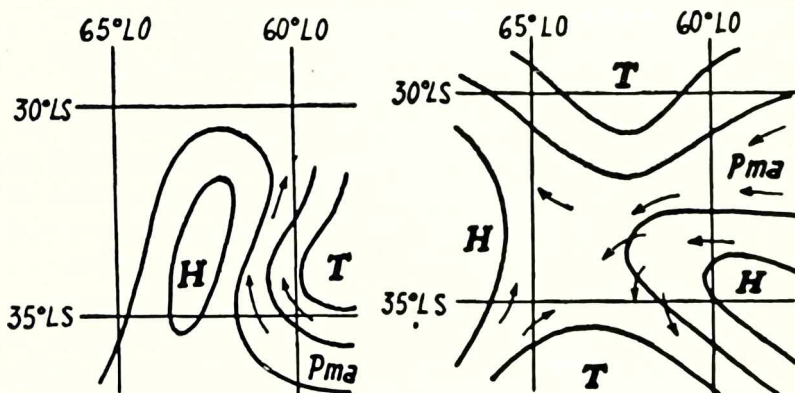


Fig. 4

lloviznas, suelen abarcar hasta la Pampa y el sur de Mendoza" 7. Con sudestadas muy fuertes y prolongadas, sus efectos no se limitan al sur mendocino sino que alcanzan a la precordillera, en la que producen precipitaciones de nieve y, coincidentemente, se registran grandes crecidas en el Río de la Plata. Es probable, sin embargo, que estas precipitaciones correspondan, más bien, a una de aquellas circulaciones anormales que Maurstad llama "Anticiclón antártico" que "proveniente desde el sur, 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

6 MAURSTAD, A., *El tiempo en la República Argentina*, en Geografía de la República Argentina, V (Buenos Aires, G.É.A., 1946), p. 29.

7 *Ibidem*.

poca nubosidad, precipitaciones exiguas y frecuentes estados de Zonda...”¹⁰.

Para Georgii, no sólo los Andes constituyen para Mendoza una línea divisoria de climas, sino que también las sierras de Córdoba y San Luis situadas a unos 300 Km al E, disminuyen la llegada del aire oceánico atlántico: “Mendoza desconoce los típicos fenómenos de los frentes fríos a causa de las mencionadas sierras. A lo sumo, cuando llegan, forman una nubosidad dispersa como límite superior del aire frío.

“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; lo mismo ocurre con el aire frío del suelo que llega desde el S o SE al ser frenado o detenido por las sierras de Córdoba y San Luis”.

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, los que pueden descargar granizo.

En conexión con las incidencias orográficas 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”¹¹. Este tipo de tormentas sería el productor de precipitaciones que el autor 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 fig. 5, para ese mes “el anticiclón subtropical pacífico estaba demorado al N, de manera que el aire tropical marítimo pacífico (T_{mp}) 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_{mat}) (situación de sudestada).

“El ciclón brasileño de verano se extiende también profundamente

¹⁰ *Ibidem*.

¹¹ GEORGII, Walter, *Regulación del tiempo por la doble onda diaria de la presión atmosférica*, en “*Meteoros*”, t. II, N° 3-4 (Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1952), p. 182-189.

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, 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”.

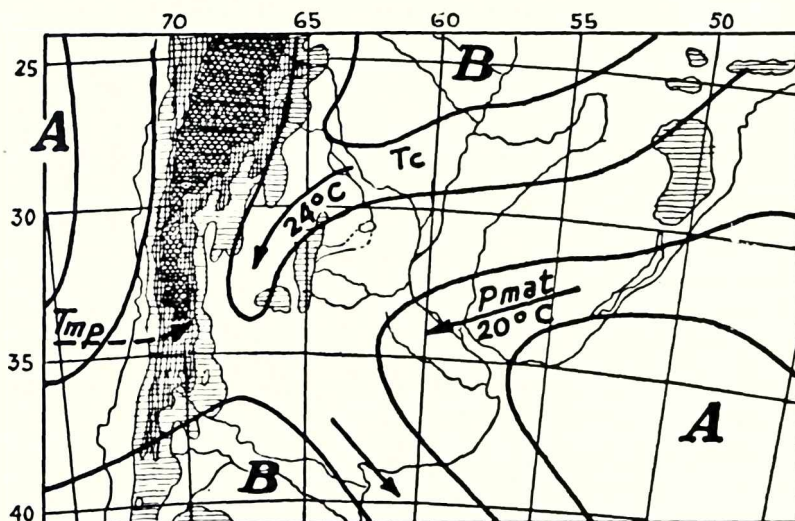


Fig. 5

Desde el punto de vista cinemático sobresalen, según perfil (Fig. 6), otros rasgos característicos:

“En la corriente occidental (aire Tmp) 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, rotores 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 rotores se halla a 2,8 km de altura”.

Continuando con la interpretación del gráfico 5, 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 rotores yacen también lenticulares.

"Con calentamiento progresivo la masa de aire de los rotores se vuelve inestable. La masa aérea de la corriente ondulatoria, por su parte, es también húmeda y lábil en el lomo de la onda (lenticulares con Ac-cast).

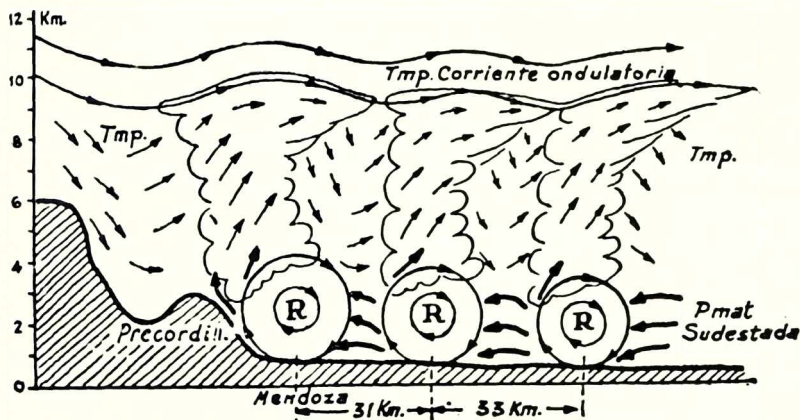


Fig. 6

"Los Cu de los rotores crecen rápidamente hacia arriba en el lomo de la onda constituyendo Cunb, los que dependen, en cuanto a su ordenación espacial, de la corriente ondulatoria superior, siendo por ello a su vez estacionaria" ¹².

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 hs, 23-24 hs y 2-6 hs (hora oficial). En algunos días las tormentas se repiten, entre las 18-6 hs, tres veces en los tiempos indicados". Acéptase en principio esta afirmación 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.

¹² *Ibidem*. Ac-cast. significa Altos cúmulos castellatus. En realidad, en la nomenclatura internacional no existe forma abreviada como la de Ac (Altos cúmulos). Cu: significa Cúmulos.

Otro hecho destacado por el Dr. Georgii, es que en los gráficos que él presenta las tormentas se desencadenaron en coincidencia con la mínima de 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 conjuntamente con las tormentas, podrían atribuirse también al hecho 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 que 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" ¹³.

"En ello radica su gran peligro económico, ya que además suelen 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 ¹⁴.

RÉGIMEN SINÓPTICO DE LA LLUVIA EN EL PIEDEMÓNTE

Tampoco existe un estudio meteorológico especial de este tipo para Mendoza, por lo cual se tratará de adaptar y reajustar las conclusiones de un trabajo de Kurt Wolcken ¹⁵.

Si bien en Mendoza se da una condición de las consideradas por el autor para la producción de precipitaciones, corrientes ascendentes a causa de fuerte radiación con el consiguiente enfriamiento del aire húmedo, se cumple menos otra condición 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

¹³ *Ibidem*.

¹⁴ GEORGH, Walter, *Clima mendocino*, en "Anuario", Síntesis estadística y geográfica-económica", Mendoza, Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas, 1952, p. 26.

¹⁵ WOLCKEN, Kurt, *Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en Argentina*, en "Meteoros", t. IV, N° 4 (Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1954), p. 327-366.

Pacífico y las transforma en aire seco, de tipo foehn (Zonda), creando un cuadro típicamente árido de 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 alóctonos

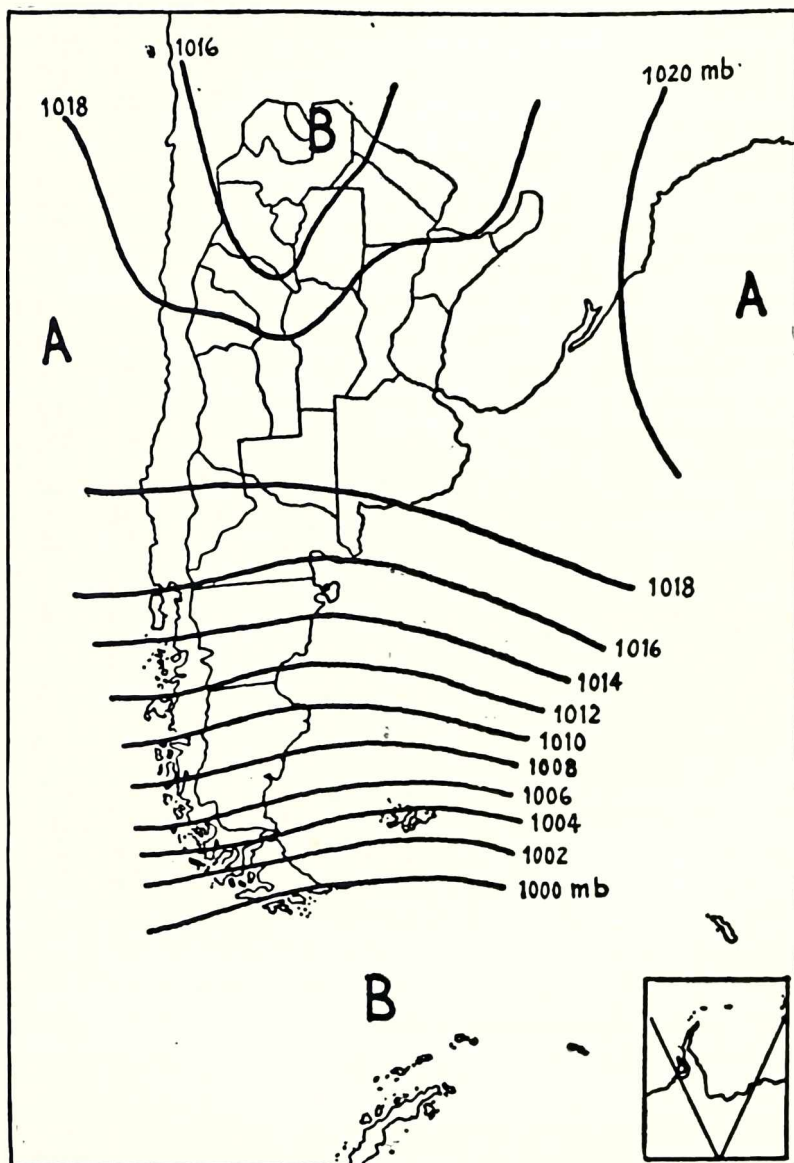


Fig. 7

que cruzan el territorio provincial son de escasos caudales y son totalmente absorbidos por el riego. No existen cuencas lacustres ni reservorios de agua de ninguna otra categoría que puedan aportar grandes cantidades de humedad. La vegetación, típicamente xerofítica, no contribuye en nada a humedecer la atmósfera.

Dice Wolcken: "Apelando a una imagen diríamos que tenemos el país ubicado entre dos *ruedas* de transporte, a saber: el sistema de vientos del anticiclón semipermanente del Pacífico y el del Atlántico, y, aparte de estas dos *ruedas*, existe la cinta de baja presión al sud del país en latitud 60° aproximadamente, con su correspondiente sistema de vientos W, ubicada entre 40 y 60° S. La *Alta* del Pacífico envía masas de aire frío que entran al país desde el sudoeste y que son pobres en vapor de agua. La *Alta* del Atlántico aporta las masas de aire cálido y húmedo desde el noreste, constituyendo esa corriente una rama desviada de los vientos alisios del sudeste. Dejamos fuera de consideración como transportadores de agua a los vientos de grandes alturas (4.000 o más) porque a las bajas temperaturas reinantes en esas alturas el contenido de agua precipitable es en sí pequeño".

En invierno, con el mayor enfriamiento del continente comparado con el mar, existe una especie de puente de alta presión que conecta los dos anticiclones a través de nuestro país (Fig. 7).

Ese puente reduce la entrada de los vientos norte y noreste en invierno, con lo cual dificulta 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. 8). Entonces, el aire húmedo del noreste puede entrar con facilidad y también con mayor intensidad que en la época fría. Tal mecanismo se refleja muy bien en la marcha anual de las isolíneas de precipitaciones mensuales. Como ejemplo vemos en la Fig. 9 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 punto 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, sólo dos meses a su posición invernal con el restablecimiento del puente de alta presión"¹⁶.

Ajustando este "fondo climático", como lo llama Wolcken, a Men-

16 *Ibidem.*

doza, ésta queda separada de la alta presión del Pacífico por una enorme cordillera de más de 4.000 m, que sólo permite el paso de aire secado y calentado adiabáticamente y cuando este aire irrumpe por el SW de

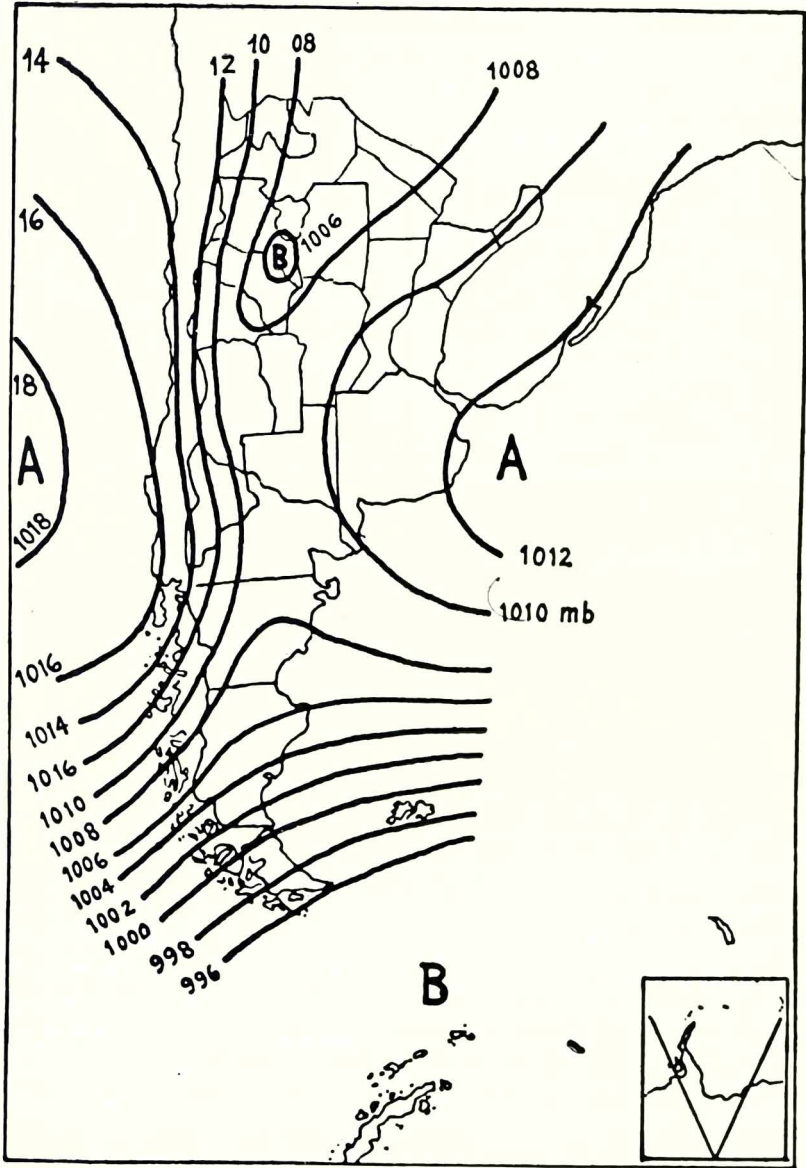


Fig. 8

la provincia, no sólo también es seco, aunque en menor proporción, sino que 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 (tipo Pampero).

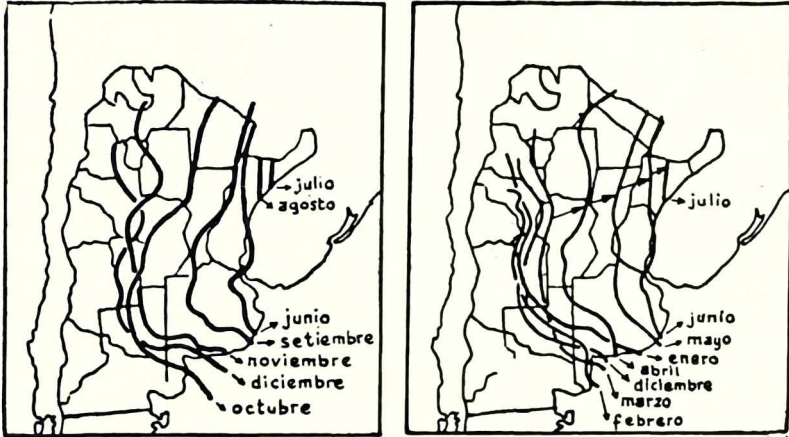


Fig. 9

En cuanto a los empujes atlánticos se aproximan más en el verano; pero, según Prohaska¹⁷, no llegan a Mendoza, y según Wolcken la isohieta de 60 mm se detiene en San Luis y se retira mucho más lejos en 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 caracterizados por Wolcken, anotando sus principales características.

De acuerdo con la clasificación sinóptica de precipitaciones de los procesos pueden dividirse en dos clases principales: 1) "lluvias frontales en las que la interacción de dos masas de aire es esencial, y 2) lluvias no frontales, en que los procesos lluviosos se producen esencialmente en una sola masa de aire. Pueden existir dos masas, pero no existir interacción o ella es de importancia secundaria; la presencia de dos masas de aire no es decisiva para estos procesos lluviosos"¹⁸. De cada uno de éstos dos tipos principales existen varios subtipos. Se verá cuáles de ellos generan precipitaciones en Mendoza y en qué proporción

¹⁷ PROHASKA, Federico J., *op. cit.*

¹⁸ WOLCKEN, K., *op. cit.*

intervienen, tomando como base las estadísticas correspondientes al período octubre de 1940 a setiembre de 1942, que se encuentra en el trabajo del autor citado.

Mendoza tiene una media anual de 28 días con precipitaciones y 187 mm de agua. Ahora bien, en el período considerado se registraron 59,5 días de precipitaciones y un total anual de 202 mm. De este total correspondieron a las precipitaciones frontales 36,1 días de lluvia 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 escala, a las de pseudo-frente de lluvia y convección. Prácticamente no hubo precipitaciones por turbulencia convectiva. 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 turbulencia convectiva y superiores a las de pseudo-frente de lluvia (ver tabla N° 1).

Es necesario recordar, sobre el particular, la advertencia de Wolken: "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 lo suficientemente por otro proceso, el frontal en nuestro caso" ¹⁹.

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 (tabla 2), pueden esperarse 26 días de lluvias con un total de 107 mm. De estos totales, 54 mm corresponden a procesos en que no predominan los frontales, y 53 a los frontales. Sin embargo, la mayor cantidad de lluvias corresponden a los frontales, con 15 días sobre el total de 26.

19 *Ibidem.*

Tabla N° 1

| Proc. frontales | cant. mm | Nº de días | % s/total frontales |
|-----------------------|-----------|-------------|---------------------|
| Frente frío común | 47 | 13,5 | 23 |
| Fr. frío y ef. orogr. | 15 | 5,5 | 7 |
| Total | 62 | 19,0 | 30 |

| | | | |
|--------------------|------------|-------------|-----------|
| Frente caliente | 3 | 2,5 | 1 |
| Fr. frío de altura | 70 | 14,5 | 35 |
| Total | 135 | 36,0 | 66 |

| Predominio procesos convectivos | cant. mm | Nº días | % s/total proc. conv. |
|---------------------------------|-----------|-------------|-----------------------|
| Pseudo fr. lluvia | 8 | 0,5 | 4 |
| Convección | 5 | 3,5 | 2 |
| Convergencia | 24 | 1,5 | 12 |
| Orográfico | 30 | 16,5 | 15 |
| Turbul. convectiva | 0 | 1,5 | 0 |
| Total | 67 | 23,5 | 33 |

| Síntesis | cant. mm | Nº de días | % s/total |
|--------------|------------|-------------|------------|
| Frontales | 135 | 36,0 | 66 |
| No frontales | 67 | 23,5 | 33 |
| Total | 202 | 59,5 | 100 |

En invierno (tabla N° 3) cae un total de 95 mm en 33 días de precipitaciones. A los procesos frontales corresponde la mayor cantidad de agua caída (82 mm) y el mayor número de días de precipitaciones: 21. El mayor aporte de precipitaciones corresponde a los frentes fríos de altura (ver tabla).

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,

intervienen, tomando como base las estadísticas correspondientes al período octubre de 1940 a setiembre de 1942, que se encuentra en el trabajo del autor citado.

Mendoza tiene una media anual de 28 días con precipitaciones y 187 mm de agua. Ahora bien, en el período considerado se registraron 59,5 días de precipitaciones y un total anual de 202 mm. De este total correspondieron a las precipitaciones frontales 36,1 días de lluvia 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 escala, a las de pseudo-frente de lluvia y convección. Prácticamente no hubo precipitaciones por turbulencia convectiva. 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 turbulencia convectiva y superiores a las de pseudo-frente de lluvia (ver tabla N° 1).

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 lo suficientemente por otro proceso, el frontal en nuestro caso" ¹⁹.

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 (tabla 2), pueden esperarse 26 días de lluvias con un total de 107 mm. De estos totales, 54 mm corresponden a procesos en que no predominan los frontales, y 53 a los frontales. Sin embargo, la mayor cantidad de lluvias corresponden a los frontales, con 15 días sobre el total de 26.

19 *Ibidem.*

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 invierno más fuertes 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”²⁰.

Sobre la cantidad que produce en promedio un día de frente frío y uno de frente caliente informan los siguientes datos:

TABLA N° 2
Lluvias clasificadas
Verano

| Verano | | Invierno | |
|------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|
| Frente frío | Frente caliente | Frente frío | Frente caliente |
| 3 | (0,6) | 3 | (2,5) |
| Frontales | | mm | Nº días |
| Frente frío común | | 28 | 7,0 |
| Frente frío con ef. orográf. | | 5 | 2,5 |
| Total | | 33 | 9,5 |
| Frente caliente | | 1 | 1,5 |
| Frente frío de altura | | 19 | 4,0 |
| Total | | 53 | 15,0 |
| Convectivas | | | |
| Pseudo frente de lluvias | | 8 | 0,5 |
| Convección | | 5 | 3,0 |
| Convergencia | | 24 | 1,5 |
| Orográfico | | 17 | 6,0 |
| Total | | 54 | 11,0 |
| Síntesis | | | |
| Predom. procesos frontales | | 53 | 15,0 |
| Predom. proc. no frontales | | 154 | 11,0 |
| Total | | 207 | 26,0 |

NOTA: Tabla extractada del cuadro 2 de Wolcken.

20 *Ibidem.*

Para terminar con el régimen sinóptico de las lluvias, vamos a referirnos a las lluvias máximas caídas en un día. Según Wolcken 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 5 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-convectivo, proceso no frontal, frente de lluvia.

Por orden de importancia, según Wolcken, que ha realizado el análisis de más de 2.000 cartas del tiempo, se produjeron los siguientes casos:

1. - 85 mm, el 30/7/1911, 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.
5. - 53 mm, el 31/12/1926 a causa de *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 altura.
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 Wolcken se entresacan algunas anotaciones que consideramos singulares. Así, por ejemplo, de las seis estaciones que constituyen la base del análisis (Tucumán, Corrientes, Córdoba, Mendoza, Buenos Aires y Santa Rosa), 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".

Tabla N° 3
Lluvias clasificadas: Invierno

| Predom. procesos frontales | mm | Nº días | % |
|-----------------------------------|----|---------|----|
| Frente frío común | 19 | 6,5 | 20 |
| Frente frío con efecto orográfico | 10 | 3,0 | 10 |
| Total | 29 | 9,5 | 30 |
| Frente caliente | 2 | 1,0 | 2 |
| Frente frío de altura | 51 | 10,5 | 54 |
| Total | 82 | 21,0 | 86 |
| Predom. procesos no frontales | | | |
| Pseudo frente de lluvia | | | |
| Convección | 0 | 0,5 | 0 |
| Convergencia | | | |
| Orográfica | 13 | 10,5 | 14 |
| Turbulencia convectiva | 0 | 1,5 | 0 |
| Total | 13 | 12,5 | 14 |

| S í n t e s i s | | | |
|-------------------------------|----|------|-----|
| Predom. procesos frontales | 82 | 21,0 | 86 |
| Predom. procesos no frontales | 13 | 12,5 | 14 |
| Totales | 95 | 33,5 | 100 |

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 ²¹.

Los procesos de convección pura en Mendoza, al igual que en Corrientes y Buenos Aires, son insignificantes.

Lamentablemente las estadísticas y consideraciones de Wolcken se refieren exclusivamente a las estaciones seleccionadas que se mencionaron anteriormente y solamente una (Mendoza), corresponde al piedemonte mendocino. Sin embargo, se estima que mucho de lo que acaba de decirse puede extenderse a gran parte de éste, excepción hecha del SW de la provincia, a partir de Malargüe, para el cual hace falta un estudio especial.

Tampoco se dispone de datos para efectuar un análisis de la intensidad de las precipitaciones en sus *records* fundamentales. Sin embargo, se puede asegurar que en el Observatorio Regional Mendoza se han registrado precipitaciones hasta de 50 mm en poco más de una hora. Lluvias de esta intensidad, muy irregularmente distribuidas en el espacio, dan lugar al grave problema de los aluviones. La irregularidad se pone en evidencia en la alternancia con que dichos aluviones se producen. No es extraño ver crecidas extraordinarias en uno de los "zanjones" que entre Las Heras y Godoy Cruz cruzan calle San Martín, mientras otros permanecen, al mismo tiempo, funcionando normalmente o en seco. Claro está que en este aspecto hay que considerar el estado de aluvionamiento en que se encuentran los diques de contención y los canales de descarga. Todo ello manifiesta el carácter desértico del clima mendocino. La intensificación de las precipitaciones de invierno y la disminu-

²¹ *Ibidem.*

ción de las de verano en el sud, como así también su particular topografía, explican la falta de grandes aluviones en ese sector de la provincia.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PRECIPITACIONES

Mendoza es seca en demasía, dice Georgii. Cae el 35 % de la precipitación normal a los 33° de latitud. Es decir, unos 187 mm sobre 570. En suma, un clima totalmente desértico²², y con gran irregularidad en las precipitaciones. Ejemplos al respecto han sido tratados en otros trabajos relativos a Mendoza²³ y también a Tunuyán²⁴.

Tabla N° 4

Estadísticas de precipitaciones: 1941/1950

Servicio Meteorológico Nac.

| Estación | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Total |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| San Juan | 27,2 | 17,3 | 16,3 | 6,4 | 0,8 | 3,9 | 3,6 | 2,9 | 8,0 | 5,5 | 16,1 | 8,5 | 116,5 |
| Villavicencio | 35,1 | 40,2 | 33,6 | 22,3 | 16,6 | 10,2 | 14,4 | 20,4 | 31,8 | 41,4 | 33,7 | 24,8 | 324,5 |
| El Plumerillo | 21,9 | 20,7 | 15,7 | 7,3 | 10,8 | 4,2 | 8,4 | 5,5 | 15,2 | 16,3 | 14,7 | 8,4 | 148,2 |
| Mendoza | 32,4 | 28,0 | 25,2 | 10,3 | 13,2 | 6,5 | 11,8 | 8,9 | 19,4 | 18,9 | 19,3 | 10,5 | 204,4 |
| Cacheuta | 33,0 | 22,3 | 25,3 | 17,6 | 19,6 | 5,8 | 16,9 | 19,6 | 19,5 | 37,8 | 22,9 | 14,1 | 254,4 |
| San Carlos | 33,2 | 48,4 | 30,2 | 15,8 | 25,0 | 11,5 | 17,3 | 16,2 | 28,9 | 35,0 | 27,5 | 24,4 | 313,4 |
| Malargüe | 9,5 | 21,5 | 19,3 | 13,0 | 15,2 | 19,8 | 31,9 | 36,0 | 10,7 | 8,2 | 7,9 | 5,8 | 198,8 |
| Chos Malal | 12,3 | 17,4 | 11,3 | 18,1 | 41,0 | 34,0 | 32,3 | 32,5 | 7,7 | 8,4 | 8,4 | 8,5 | 231,9 |

En la serie 1900-1950, 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 secos 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 influencia sobre los mismos, aunque con

22 GEORGII, Walter, *Clima mendocino...*, cit., p. 26.

23 CAPITANELLI, Ricardo G., *Las precipitaciones en Mendoza en el bimestre octubre-noviembre de 1956*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. III, Mendoza, Instituto de Geografía, 1956, p. 239-241.

24 CAPITANELLI, Ricardo G., *Clima del Valle del Tunuyán*, en *Actas de la XV Semana de Geografía*, Mendoza, Instituto de Geografía, 1951, p. 350-370.

alguna irregularidad²⁵. En cuanto a las anomalías registradas, según Georgii, pueden sintetizarse de la siguiente manera:

| | | |
|---------------------|-----------|----------|
| Positivas | 1907-1912 | (6 años) |
| Negativas | 1913-1916 | (4 „) |
| Positivas | 1917-1922 | (6 „) |
| Negativas | 1923-1925 | (3 „) |
| Positivas | 1926-1932 | (7 „) |
| Negativas | 1933-1938 | (6 „) |
| Positivas | 1939-1946 | (8 „) |

Distribución de las precipitaciones

Desde el punto de vista de los valores absolutos de las precipitaciones, tal como los registran los pluviómetros (tabla 4) parecen existir tres zonas distintas en el piedemonte mendocino, correspondientes:

1) a estaciones registradoras del borde oriental de la precordillera, situadas a la salida de un valle o fondo de quebrada transversal, por encima de los 1.200 m. Tales son Cacheuta y Villavicencio. Esta en la quebrada del mismo nombre, abierta al E y cuyo pluviómetro se encuentra a 1.783 m s/nm, con un total anual de 324 mm y Cacheuta, a la salida del valle del río Mendoza, a 1.237 m s/nm, con 254 mm de total anual.

2) a estaciones registradoras en el borde de la planicie, situadas entre las isohipsas de 1.000 y 700 m s/nm, aproximadamente. Tales serían El Plumerillo (700 m) con un total anual de 148 mm; Mendoza, (827 m) con un total de 200 mm y San Rafael, con 261 mm.

San Carlos acusa 254 mm anuales y se encuentra a 940 m s/nm y podría constituir, por su cantidad de precipitaciones, altura y relieve, un centro de transición entre la primera y segunda zona.

3) a la estación registradora de Malargüe, a 1.413 m s/nm, con 199 mm de precipitaciones, que separamos de las anteriores en función de la marcha anual de las lluvias.

En adelante, el análisis de las precipitaciones, en todos sus aspectos, seguirá la subdivisión que se acaba de bosquejar, seleccionando solamente un punto de observación que se estima tipo, para cada caso: Villavicencio, para el primero; Mendoza, para el segundo; y Malargüe

²⁵ GEORGII, Walter, *Clima mendocino . . .*, cit., p. 26.

para el tercero. Cada uno de estos puntos de registro puede ser representativo de una gran zona; pero es preferible mencionar simple el centro pues no se tienen elementos de juicio para determinar el área comprendida.

Si se exceptúan las diferencias propias de comparar series muy breves, es evidente que entre Villavicencio y Mendoza, hay paralelismo en el régimen de precipitaciones anuales con un volumen total mayor en la primera que en la segunda (Fig. 10). En cuanto a Malargüe, difiere de los puntos anteriores, en el régimen que, contrariamente, es más abundante en invierno y casi igual a Mendoza, pero inferior a Villavicencio, en el monto anual (Fig. 10 y tabla 4).

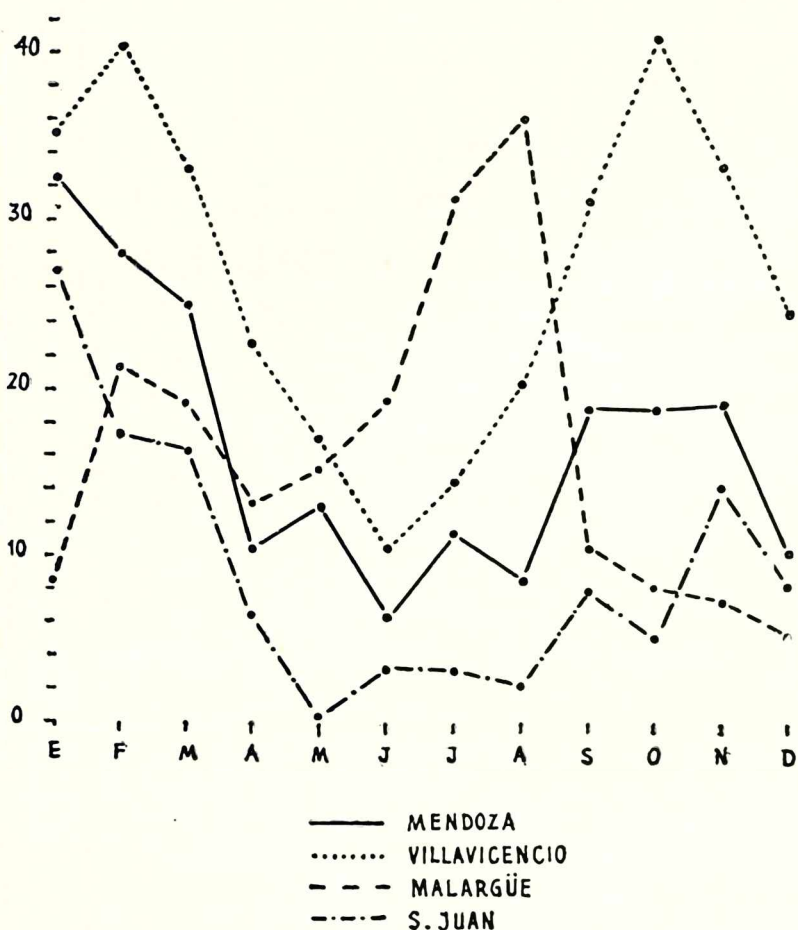


Fig. 10

Tabla N° 5

Precipitaciones, N° de días e intensidad. Según Knoche y Borzacov, op. cit.

| Estación | | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Año |
|-----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 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 |
| 42 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 |
| S. 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 | 8,6 | 7,4 | 5,4 | 5,1 | 8,9 | 9,8 | 7,3 | 8,5 | 8,1 | 8,8 |
| S. Rafael | Precip. | 42,4 | 36,0 | 31,3 | 17,6 | 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 |
| C. 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 |

Tabla N° 6

Probabilidades: número de días durante los cuales es probable que haya uno con lluvia.

| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| San Juan | 12 | 11 | 20 | — | — | — | — | — | 1 | 28 | 30 | 17 |
| Mendoza | 8 | 6 | 9 | 12 | 11 | 20 | 18 | 17 | 11 | 9 | 11 | 9 |
| S. Carlos | 8 | 9 | 10 | 17 | 18 | 21 | 19 | 20 | 11 | 9 | 12 | 8 |
| S. Rafael | 8 | 7 | 12 | 18 | 16 | 27 | — | 26 | 13 | 9 | 10 | 9 |
| Ch. Malal | 24 | 20 | 14 | 12 | 6 | 5 | 7 | 8 | 11 | 15 | 15 | 16 |

Tabla N° 7

Frecuencia clasificada de lluvias según Knoche y Borzacov

| | 0,3 a 1,0 | 1,1 a 10 | 10,1 a 20 | 20,1 a 30 | 30,1 a 40 | 40,1 a 50 | 50,1 a 60 | 60,1 a 70 | 70,1 a 80 | 80,1 a 90 | Total año días lluvia | % relación total anual | | | | Resto año |
|------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | | | | | | | | 0,3 a 1,0 | 1,1 a 10 | 10,1 a 20 | 20,1 a 30 | |
| Chos Malal | 7,3 | 20,7 | 4,0 | 1,7 | 0,7 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | | | 34,9 | 21 | 59 | 11 | 5 | 7 |
| San Juan | 3,7 | 7,7 | 1,7 | 0,5 | 0,1 | | | | | | 13,7 | 27 | 56 | 12 | 4 | 1 |
| Mendoza | 10,1 | 19,2 | 3,6 | 1,2 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | | | 0,1 | 34,9 | 29 | 55 | 10 | 3 | 3 |
| San Carlos | 3,3 | 18,2 | 5,4 | 2,1 | 0,9 | 0,3 | 0,1 | | | | 30,6 | 11 | 59 | 18 | 7 | 5 |
| San Rafael | 4,1 | 17,9 | 4,2 | 1,6 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | | 0,1 | 29,3 | 14 | 61 | 14 | 5 | 6 |

Al gráfico se ha agregado la curva correspondiente a San Juan, pues pone en evidencia la fuerte disminución de precipitaciones a partir de Mendoza hacia el norte, y acentúa el contraste con el régimen de Malargüe.

La tabla 5 da una idea del número de precipitaciones mensuales que pueden esperarse en Mendoza y en el SW de la provincia habiéndose sustituido Malargüe por Chos Malal por carecer de datos en la primera, y la intensidad media de las precipitaciones. La tabla 6 indica el número de días que es necesario esperar en cada mes para que se produzca una precipitación y, finalmente, la tabla 8 contiene la frecuencia clasificada de lluvias para San Juan, Mendoza, San Carlos, San Rafael y Chos Malal.

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".

"El máximo principal se registra después de medio día (entre las 16 y 18 hs.) y el secundario en la mañana (6-8 hs.). El mínimo principal se halla entre medianoche y las 2 horas y el secundario entre las 8 y 10 hs. 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 que 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 irradiación del Sol y del cielo, es decir alrededor del momento de la salida del Sol. Al contrario, el mínimo principal, que se halla entre 24 y 2 hs, es producido por las corrientes atmosféricas descendentes que traen aire seco; el segundo entre 8 y 10 horas, indica que las horas de la mañana con el calentamiento rápido del aire son poco propicias a la formación de las lluvias, predominando todavía el cúmulus (Cu) o stratus-cúmulos (Sc)²⁶.

Es importante conocer la marcha diaria de las precipitaciones por el aprovechamiento natural que de ella pueden hacer las plantas y la

²⁶ KNOCHE, Walter y BORZACOV, Vladimir, *Clima de la República Argentina*, en *Geografía de la República Argentina*, t. V (Buenos Aires, G.ÆA, 1946), p. 24-29.

planificación de los cultivos y el riego; es decir, por el valor efectivo de las precipitaciones que pueden resultar de las relaciones temperatura-precipitaciones. En cuanto al granizo, merece especial consideración pero ya ha sido objeto de un estudio especial ²⁷.

EFFECTIVIDAD DE LAS PRECIPITACIONES

Como es sabido, no toda el agua de las precipitaciones es aprovechable. Distintas circunstancias influyen para que ello no sea posible. Tales, la evaporación, que a su vez es función de otros elementos físicos como la temperatura e infiltración, dependiente ésta de la naturaleza de los suelos, relieve, etc. Las plantas mismas juegan un gran papel, en cierto modo consideradas hasta hoy con criterios contradictorios. Así, por ejemplo, en el sistema de Thornthwaite, no está clara la función que las mismas cumplen, por cuanto en parte se considera como agua perdida a las que ellas transpiran y en parte como agua utilizada. Quizá la solución consista en considerar como agua perdida la transpirada por la vegetación natural sin interés para el hombre, y en considerar como agua utilizada y de valor positivo, la transpirada por las plantas de interés para el hombre por cuanto cuando tal ocurre, ya han rendido su verdadero tributo y utilidad.

Al margen de estas consideraciones, el concepto de efectividad es complejo y supone una multitud de variables difíciles, si no imposibles de medir por vía directa. Por este motivo, se ha recurrido a construcciones de tipo matemático, a veces con una base empírica, para obtener una idea de la efectividad de las precipitaciones. Por otra parte, son muchas las fórmulas que para tal fin se han ideado, casi tantas como autores han encarado el problema. Los resultados obtenidos hasta el presente son muy relativos y cada sistema de evaluación presenta virtudes y defectos; pero, cumplen parcialmente uno u otro fin. Así hay sistemas que tienen un interés físico, otros edafológicos, biológicos, etc. Aquí se hará un análisis de la efectividad de las precipitaciones según sistemas conocidos y atendiendo a la aceptación que han tenido en el ámbito internacional y además a las que han encarado el problema de acuerdo con las particularidades climáticas de Argentina.

²⁷ CAPITANELLI, Ricardo G., *El problema general del granizo y pedrisco, particularmente en Mendoza*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. I, N° 2 (Mendoza, Instituto de Geografía, 1949), p. 53-66.

Índice de aridez de Knoche

El sistema de Knoche, que forma parte del sistema climático decimal del mismo autor expuesto en la *Geografía de la República Argentina*²⁸, es una modificación de la fórmula para el índice de aridez de Emmanuel De Martonne. Se integra con tres elementos: temperatura me-

día, precipitación media y frecuencia ($I = \frac{P \times N}{T}$). Tiene un interés

casi exclusivamente físico. No se poseen las estadísticas necesarias para calcular los índices correspondientes a toda la zona en estudio y en consecuencia, las conclusiones se toman de los cálculos que los mismos autores realizaron para el *Clima regional de Mendoza*²⁹.

"Las precipitaciones son *escasas* en febrero y marzo, *muy escasas* durante seis meses y *nulas* durante el invierno". De Mendoza hacia San Juan las condiciones empeoran sensiblemente. "La frecuencia de las lluvias es *muy pequeña* en todos los meses; no debe sorprender que el índice de aridez llegue a los valores más bajos dentro del esquema de comparación internacional, es decir, el carácter *muy árido* sobre todo durante el invierno.

"La precipitación de Villavicencio, a pesar de ser escasa, es mayor que la de Mendoza; durante cinco meses la lluvia llega al índice 4"³⁰.

"En Villa Malargüe son algo más favorables que en Mendoza". Y agregan estos autores algo por todos sabido: "En total las condiciones climáticas son excelentes... siempre que exista el riego para reemplazar las lluvias escasas". Es todo lo que pueden decirnos del sistema sobre el índice de aridez de Mendoza calculado según la fórmula descripta; mucho menos podemos decir nosotros que carecemos de las estadísticas indispensables.

Evapotranspiración potencial y balance hídrico según el método empírico de Thornthwaite

Los nuevos conceptos introducidos por Thornthwaite (evapotrans-

28 KNOCHE, Walter y BORZACOV, Vladimir, *Provincias climáticas de la Argentina*, en *Geografía de la República Argentina*, t. VI (Buenos Aires, GÆA, 1947), p. 140 y ss.

29 *Ibidem*, p. 275. La división de los climas por provincias políticas argentinas realizada por los autores citados constituye el método menos regional que puede concebirse y es uno de los mayores defectos del trabajo.

30 *Ibidem*.

piración potencial, etc.) y, en general, su sistema, ha tenido gran éxito en muchos países, especialmente en los Estados Unidos. Sin embargo, este método climático adolece, desde el punto de vista de la climatología que podemos llamar geográfica, en contraposición a la de los meteorólogos y otros especialistas de disciplinas sistemáticas, de serias lagunas. No obstante, se estima que en el caso de Mendoza, y solamente para el balance hídrico, tiene interés. J. Burgos y Arturo L. Vidal opinan que

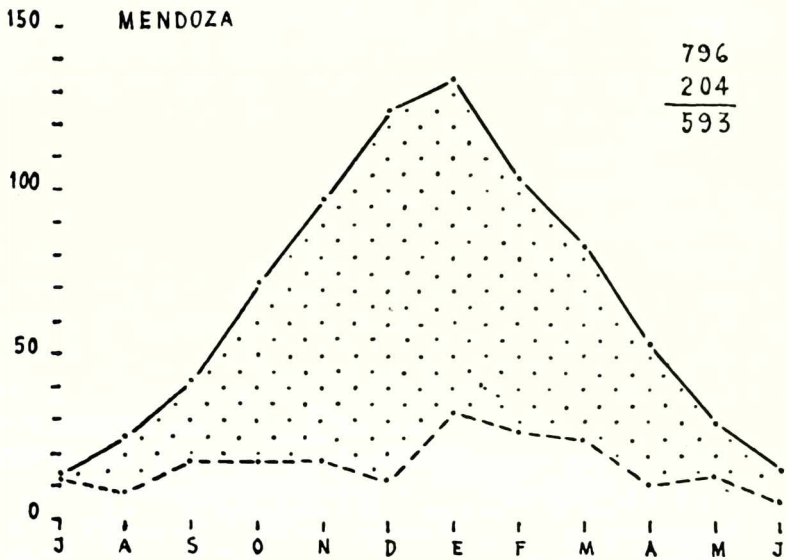


Fig. 11

“las clases de climas así determinadas han de ser de gran utilidad en la descripción de las regiones geográficas con ellas vinculadas, como la clasificación de los grandes grupos de suelos y la fitogeografía”. No es correcta la afirmación en lo que concierne a las *regiones geográficas*. Numerosos factores y elementos quedan sin considerar en la clasificación en cuestión. En cambio se coincide con los autores en que el sistema tiene interés en estudios tales como: “régimen de sequías, erosión hídrica o eólica, sistematización del riego, planificación de operaciones culturales” y otros aspectos geográficos o no ³¹.

31 BURGOS, J. J. y VIDAL, A. L., *Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite*, en “Meteoros”, t. I (Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1951), p. 3-32.

Con las probabilidades de error que imponen la insuficiencia de las estadísticas y el conocimiento de la naturaleza de los suelos y la sensibilidad de algunos gráficos empleados, se han calculado los valores para seis estaciones de Mendoza y dos colindantes (San Juan y Chos Malal) y los gráficos correspondientes, de los cuales se comentarán solamente los relativos a Mendoza, Villavicencio y Malargüe, como representativos de la distribución expuesta anteriormente.

Todo el año en Mendoza, y con más razón hacia los lindes con San Juan, el balance hídrico es negativo (Fig. 11 y tabla 8). Mendoza con un promedio de precipitaciones y evapotranspiración real, para el período 1940-50, de 204 mm y 796 mm de evapotranspiración potencial arroja un déficit de agua de 593 mm que, como se dijo, se va acentuando hasta alcanzar a los 650 mm en el límite con San Juan. Ni un solo mes tiene exceso de agua y, en cambio, en todos los meses tiene déficit. En consecuencia, tampoco existe nunca almacenamiento de agua en el suelo.

TABLA Nº 8 - MENDOZA

| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Año |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 24,1 | 22,6 | 19,9 | 16,3 | 11,9 | 8,9 | 7,7 | 10,3 | 13,7 | 17,3 | 20,8 | 23,2 | 16,3 |
| 2 | 32,4 | 28,0 | 25,2 | 10,3 | 13,2 | 6,5 | 11,8 | 8,9 | 19,4 | 18,9 | 19,3 | 10,6 | 204,4 |
| 3 | 134 | 104 | 84 | 54 | 30 | 16 | 14 | 25 | 41 | 72 | 97 | 125 | 796 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 32 | 28 | 25 | 10 | 13 | 6 | 12 | 9 | 19 | 19 | 19 | 11 | 203 |
| 7 | 102 | 76 | 59 | 44 | 17 | 10 | 2 | 16 | 22 | 53 | 78 | 114 | 593 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 9 | -0,76 | -0,73 | -0,70 | -0,81 | -0,57 | -0,62 | -0,14 | -0,64 | -0,54 | -0,74 | -0,80 | -0,91 | |

TABLA 9 - VILLAVICENCIO

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 17,1 | 15,9 | 12,8 | 10,1 | 7,7 | 5,7 | 5,0 | 5,2 | 7,0 | 10,4 | 13,2 | 16,2 | 10,5 |
| 2 | 35,1 | 40,2 | 33,6 | 22,3 | 16,6 | 10,2 | 14,4 | 20,4 | 31,8 | 41,4 | 33,7 | 24,8 | 324,5 |
| 3 | 100 | 81 | 64 | 45 | 31 | 21 | 19 | 21 | 30 | 56 | 72 | 98 | 638 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +2 | -2 | 0 | 0 | |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 35 | 40 | 34 | 22 | 17 | 10 | 14 | 20 | 30 | 43 | 34 | 25 | 324 |
| 7 | 65 | 41 | 30 | 23 | 14 | 11 | 5 | 1 | 0 | 13 | 38 | 73 | 314 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 9 | -0,65 | -0,51 | -0,47 | -0,51 | -0,45 | -0,52 | -0,74 | -0,05 | +0,07 | -0,27 | -0,53 | -0,74 | |

TABLA 11 - MALARGÜE

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 19,5 | 18,1 | 14,4 | 10,9 | 6,9 | 3,6 | 2,7 | 4,2 | 9,1 | 13,2 | 15,3 | 18,5 | 11,4 |
| 2 | 9,5 | 21,5 | 19,3 | 13,0 | 15,2 | 19,8 | 31,9 | 36,0 | 10,7 | 8,2 | 7,9 | 5,8 | 198,8 |
| 3 | 116 | 88 | 69 | 42 | 23 | 10 | 7 | 15 | 38 | 63 | 82 | 110 | 663 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +10 | +25 | +21 | +29 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 35 | 56 | -27 | 0 | 0 | 0 | 130 |
| 6 | 10 | 22 | 19 | 13 | 15 | 10 | 7 | 15 | 38 | 37 | 8 | 6 | 200 |
| 7 | 106 | 66 | 50 | 29 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 74 | 104 | 463 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 9 | -0,91 | -0,75 | -0,72 | -0,69 | -0,78 | +1,00 | +3,57 | +1,07 | -0,71 | -0,87 | -0,90 | -0,94 | |

REFERENCIAS:

1) Temperatura media; 2) Precipitación; 3) Evapotranspiración potencial; 4) Variación del almacenaje de agua útil; 5) Almacenaje de agua útil; 6) Evapotranspiración real; 7) Deficiencia de agua; 8) Exceso de agua y 9) Relación de humedad.

NOTA: Estas tablas fueron calculadas de acuerdo al sistema de Thornthwaite y con los valores estadísticos correspondientes a 1941/50.

La relación de humedad es siempre negativa. El mes más favorable es julio y el menos favorable diciembre, no obstante que julio es el mes que menos llueve y enero el de mayores precipitaciones.

Puede clasificarse el tipo como árido (E) sin exceso de agua (d).

Villavicencio (Fig. 12 y tabla 9), con 324 mm de precipitación y evapotranspiración real y una evapotranspiración potencial de 638 mm, presenta un panorama que, si bien sigue siendo malo, es mejor que el de Mendoza. Tiene un déficit de 314 mm.

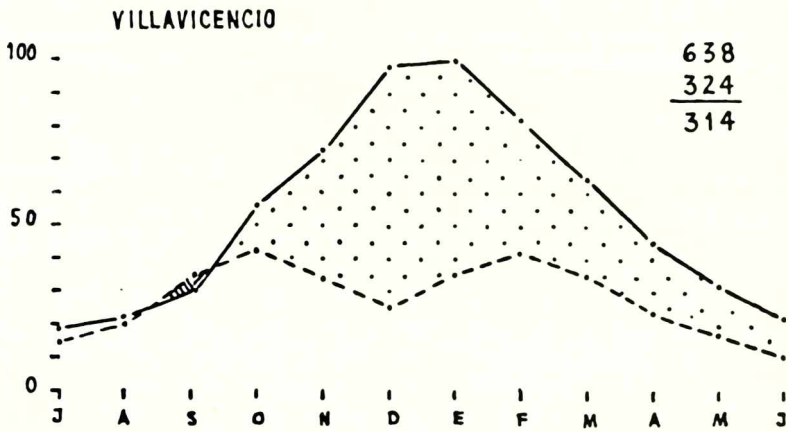


Fig. 12

Como en Mendoza, nunca tiene exceso de agua; pero, no tiene déficit desde mayo a agosto y registra almacenamiento en julio y agosto.

La relación humedad es positiva en el mes de setiembre y los meses más desfavorables son julio y diciembre. Se trata de un clima, siempre en la terminología de Thornthwaite, semiárido (D) sin exceso de agua (d).

Malargüe presenta rasgos muy particulares, como se ha visto en anteriores consideraciones. Con 199 mm de precipitaciones y evapotranspiración real (fig. 13 y tabla 10) y 663 mm de evapotranspiración potencial, presenta un déficit de 463 mm. Es decir, más que Villavicencio; pero menos que Mendoza. En ningún mes tiene exceso de agua; pero tiene cuatro meses, junio a setiembre, sin déficit. El almacenaje de agua supera en mucho a Villavicencio y se registra en los meses que van de junio a setiembre.

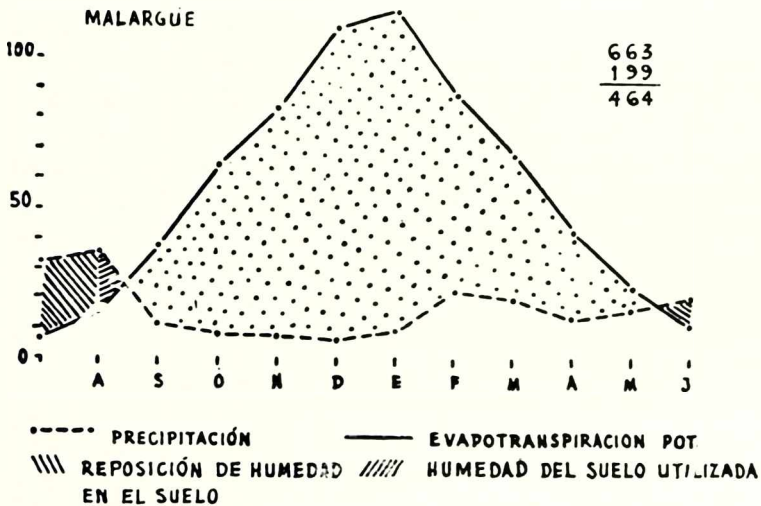


Fig. 13

La relación de humedad presenta un panorama mucho más favorable que Mendoza y Villavicencio. Tiene tres meses positivos: junio a agosto. De octubre a enero y junio presentan, en igualdad de condiciones, los valores más favorables.

El clima corresponde al tipo árido (E) y sin exceso de agua (d).

Lo expuesto explica la carencia absoluta de cursos de agua autóctonos permanentes en el piedemonte mendocino. Sólo lo cruzan ríos alóc-

tonos originados en las altas cumbres andinas cuyo volumen y una cierta impermeabilización del lecho les permiten surcar el árido piedemonte. Sufren una gran pérdida por infiltración y evaporación. Los grandes aluviones que afectan a los centros poblados y campos con y sin cultivos son el resultado de grandes y anormales precipitaciones; es decir, de gran intensidad (gran volumen en poco tiempo) y del relieve (grandes pendientes). A ello hay que agregar la intervención del hombre, que ha interferido, con métodos inadecuados, las vías aluvionales. A esto debe agregarse aun el abandono en que se encuentran las defensas.

Coefficiente de humedad según el sistema de Papadakis

Las bases de los sistemas que acaban de aplicarse son eminentemente físicas. El primero, de Knoche, partía de valores de precipitación, temperatura y frecuencia de las lluvias; el segundo, de Thornthwaite, consideraba las temperaturas y precipitaciones y la calidad de los suelos, con un ligero matiz biológico introducido a través del concepto de evapotranspiración en el cual se considera el agua que transpiran las plantas. El método de Papadakis es más biológico, pues si bien la base del coeficiente de humedad la constituyen las precipitaciones y la tensión del vapor, la clasificación de los climas se fundamenta en parte en la vegetación natural y en parte en cultivos índices. Claro está que este sistema no es útil, en gran medida, donde faltan los cultivos o en los páramos carentes de vegetación natural. Desde el punto de vista del balance hídrico, exclusivamente, presta, probablemente, menos utilidad que el sistema de Thornthwaite ³².

En forma general, todo el piedemonte mendocino es, desde el punto de vista del coeficiente de humedad, polixerofítico. Hacia el límite con San Juan debe alcanzar a desértico o sea al tipo correspondiente a la mencionada ciudad.

Climáticamente, todo el piedemonte mendocino corresponde al *tipo del monte mendocino*, pudiendo distinguirse los subtipos San Juan, para el norte; Mendoza propiamente dicho; Cacheuta (Cacheuta y Villavicencio) y alta Mendoza para Malargüe. Este último, hacia el sud, con tendencia al subtipo *micromonte patagónico* (Véase tabla 12) ³³.

En suma, "el clima hídrico de Mendoza-San Juan varía del polixe-

³² PAPANAKIS, Juan, *Mapa ecológico de la República Argentina*, I, (Buenos Aires, Min. de Agric. y Ganad., 1951).

³³ *Ibidem* (Interpretación de las tablas).

rofitico (xx) al desértico (d). Los coeficientes anuales de humedad varían de 0,05 (San Juan) a 0,14 (Mendoza) y 0,24 (Cacheuta-Villavicencio).

Tabla N° 11

| CLIMA DEL MONTE MENDOCINO | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| | LI | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Año |
| San Juan (d) (San Juan) | 86 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,06 0,05 |
| Mendoza (xx) (Mendoza) | 187 | 0,14 | 0,22 | 0,20 | 0,14 | 0,20 | 0,17 | 0,07 | 0,08 | 0,13 | 0,17 | 0,08 | 0,10 | 0,17 0,14 |
| Cacheuta (xx) (Cacheuta) | 259 | 0,16 | 0,38 | 0,10 | 0,35 | 0,59 | 0,12 | 0,17 | 0,21 | 0,45 | 0,27 | 0,23 | 0,17 | 0,28 0,24 |
| Villavicencio (xx) (Cacheuta) | 248 | 0,31 | 0,14 | 0,19 | 0,25 | 0,20 | 0,03 | 0,15 | 0,23 | 0,55 | 0,55 | 0,34 | 0,11 | 0,26 0,24 |
| Malgüe (xx) (Alta Mendoza) | 221 | 0,14 | 0,11 | 0,02 | 0,19 | 0,75 | 0,60 | 0,50 | 0,34 | 0,32 | 0,21 | 0,12 | 0,03 | 0,21 0,18 |

| CLIMA DEL MICRO MONTE PATAGONICO | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| | LI | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Año |
| Chos Malal (xx) (Las Lajas) | 251 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,12 | 0,68 | 1,22 | 0,53 | 0,47 | 0,16 | 0,10 | 0,07 | 0,03 | 0,18 0,16 |

(xx) = Polixerofítico
(d) = Desértico.
(Según tabla de Papadakis)

Tabla N° 12

| | | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Año |
|---------------|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| San Juan | N | 240 | 206 | 166 | 98 | 58 | 62 | 72 | 96 | 128 | 156 | 192 | 246 | 1720 |
| | LI | 20 | 17 | 13 | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 6 | 5 | 9 | 86 |
| | R | 220 | 189 | 153 | 94 | 57 | 59 | 68 | 94 | 126 | 150 | 187 | 237 | 1634 |
| | r | 100 | 86 | 70 | 45 | 28 | 28 | 32 | 46 | 62 | 72 | 91 | 114 | 774 |
| Mendoza | N | 184 | 152 | 124 | 76 | 46 | 42 | 54 | 74 | 100 | 122 | 164 | 184 | 1322 |
| | LI | 25 | 33 | 25 | 11 | 9 | 7 | 4 | 6 | 13 | 21 | 13 | 19 | 187 |
| | R | 159 | 119 | 99 | 65 | 37 | 35 | 50 | 68 | 87 | 101 | 151 | 165 | 1136 |
| | r | 67 | 43 | 37 | 27 | 14 | 14 | 23 | 31 | 37 | 40 | 69 | 73 | 475 |
| Cacheuta | N | 142 | 132 | 114 | 62 | 42 | 48 | 52 | 52 | 58 | 84 | 100 | 176 | 1062 |
| | LI | 23 | 50 | 11 | 22 | 25 | 6 | 9 | 11 | 26 | 23 | 23 | 30 | 259 |
| | R | 119 | 82 | 103 | 40 | 17 | 42 | 43 | 41 | 32 | 61 | 77 | 146 | 803 |
| | r | 48 | 16 | 46 | 9 | 0 | 18 | 17 | 15 | 3 | 19 | 27 | 58 | 276 |
| Villavicencio | N | 124 | 126 | 96 | 80 | 60 | 62 | 68 | 62 | 58 | 80 | 102 | 122 | 1040 |
| | LI | 38 | 18 | 18 | 20 | 12 | 2 | 10 | 14 | 32 | 44 | 35 | 13 | 248 |
| | R | 86 | 108 | 78 | 60 | 48 | 60 | 58 | 48 | 26 | 36 | 67 | 109 | 789 |
| | r | 24 | 45 | 30 | 20 | 18 | 29 | 24 | 17 | 0 | 0 | 16 | 48 | 271 |
| Malgüe | N | 184 | 152 | 140 | 62 | 36 | 40 | 44 | 50 | 62 | 118 | 152 | 170 | 1210 |
| | LI | 31 | 17 | 3 | 12 | 27 | 24 | 22 | 17 | 20 | 25 | 18 | 5 | 221 |
| | R | 153 | 135 | 137 | 50 | 9 | 16 | 22 | 33 | 42 | 93 | 134 | 165 | 989 |
| | r | 61 | 59 | 67 | 19 | 0 | 0 | 0 | 3 | 11 | 34 | 58 | 80 | 397 |

Necesidades de agua (N), lluvia (LI), riego normal (R), y riego mínimo (r).
Según Papadakis.

Es necesario observar que en ningún mes este coeficiente sobrepasa 0,08 en San Juan, y 0,22 en Mendoza" ³⁴.

El coeficiente correspondiente a Malargüe es de 0,21 pero en los meses de agosto y setiembre es de 0,34 y 0,32, respectivamente.

Dados los caracteres que acaban de anotarse, gran sequedad de la atmósfera, etc., la cantidad de agua que se debe dar en la provincia es elevada; alrededor de los 12.000 m³. Claro está que esta cantidad es menor en las partes altas (Ver cuadro 12 de Papadakis). Estas cantidades son "cuatro veces menores que las que prevé la legislación mendocina (1,5 litros de agua por segundo, lo que corresponde a 47,304 metros cúbicos por hectárea y por año). Pero en realidad se usa mucho menos agua que la que prevé la legislación ³⁵.

A lo dicho es necesario agregar que los cultivos han seguido en aumento, no así las dotaciones de agua. El agua subterránea que actualmente se utiliza es inferior al crecimiento de cultivos sin contar las plantaciones clandestinas.

Además, los cálculos de Papadakis, en función de los caudales de los ríos mendocinos y la extensión de cultivos, excluidos los clandestinos, no consideran una serie de factores que hacen descender el monto verdadero del suministro de agua. Lamentablemente, Mendoza desconoce la real capacidad de campo de sus suelos, las necesidades zonales por tipos de cultivos y, lo que es más grave, cuál es el verdadero volumen de agua que se entrega a cada canal.

Como lo destaca Papadakis, el paralelismo entre deshielos (caudales) y período vegetativo es la gran circunstancia que ha permitido el desarrollo de la agricultura en Mendoza.

³⁴ PAPADAKIS, Juan, *Informe ecológico sobre las provincias de Mendoza y San Juan*, en "I. D. I. A." N° 76 (Buenos Aires, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1954), p. 2-14.

³⁵ *Ibidem*.