

MATILDE IRENE VELASCO - RICARDO G. CAPITANELLI

SOMERO ESTUDIO CLIMÁTICO DE LOS VALLES DE LOS RÍOS NEUQUÉN, LIMAY Y NEGRO

El objeto del presente trabajo es el análisis de los elementos climáticos simples (temperatura, humedad, vientos, precipitaciones, etc.) y de los elementos climáticos combinados, en los valles formados por los ríos Neuquén, Limay y Negro, a fin de intentar un ensayo de explicación de su clima.

Estos valles están ubicados entre los 37° y 41° de latitud sur, aproximadamente, y desde los 70° hasta los 62° 57' de longitud occidental, es decir, desde las nacientes de los tributarios del Limay y del Neuquén, en la cordillera de los Andes, hasta la desembocadura del Negro en el océano Atlántico.

Se trata de valles altos (Neuquén y Limay) con un término medio de 800 m. en Chos Malal y Bariloche, con marcada inclinación al E hasta llegar a la confluencia. Desde el nacimiento del Negro, a los 38° de latitud sur y 68° de longitud occidental, el valle ostenta una elevación de 270 m. s. n. m. con suave pendiente al E en sus 650 Km., hasta sumergirse en el océano.

Morfológicamente son áreas de solevantamiento intensamente trabajadas por la acción de los glaciares y los vientos, donde la acumulación posterior ha formado un estrato de tierras muy fértiles para la agricultura.

Nuestro propósito al realizar el estudio de esta zona es el de contribuir, en lo posible, al conocimiento climático de la misma, para que en lo futuro pueda ser una ayuda en la interpretación del aspecto humano y económico: distribución de la población, grado de cultura, como así también en la aplicación racional del esfuerzo del hombre hacia la naturaleza.

NOTA: A excepción de los casos señalados en el texto, se ha seguido el sistema de *Clima Decimal* propuesto por Walter Knoche y Vladimir Borzacov en la *Geografía de la República Argentina* de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GÆA, T. VI, p. 274.

Hemos utilizado como fuentes, las tablas contenidas en la *Geografía de la República Argentina*, editada por GÆA (T. V y VI); *Estadísticas Climatológicas*, período 1928-37; Publicación N° 1 de 1944 de la Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología; y el *Régimen Pluviométrico de la República Argentina*, publicado por la misma Institución en 1943.

Tomamos como base los datos estadísticos proporcionados por cinco estaciones meteorológicas de primera categoría, ubicadas dentro de la zona: Chos Malal y Bariloche, en las estribaciones cordilleranas; Cipolletti y Choel Choel en la región central; y Patagones en el litoral atlántico, en cuanto los valores allí registrados hacen posible la aplicación de los métodos empleados.

1. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA (VALORES ABSOLUTOS)

El punto de partida del estudio climático de los valles de los ríos Neuquén, Limay y Negro, lo constituye la *circulación atmosférica general*.

Dentro de esta zona tan interesante por su carácter de transicional, tiene particular importancia la cordillera de los Andes, la cual precisamente a la latitud de la región estudiada, presenta también, en el aspecto físico, un cambio que se pone de manifiesto en su altura, régimen de precipitaciones, vegetación, etc.

En términos generales, los valles que estudiamos pertenecen a dos sistemas climáticos muy distintos, cuya línea divisoria pasa "aproximadamente entre los ríos Colorado y Neuquén, atraviesa el río Negro al este del territorio neuqueniano y corre al sur de este último río hasta alcanzar la costa atlántica, entre San Antonio Oeste y Patagones" ¹.

Esta demarcación desde el punto de vista de las precipitaciones, es la "línea climática divisoria más importante de toda sudamérica austral, pues pasándola no sólo cambia gradualmente el tipo de la distribución anual de un elemento, sino que el mismo desarrollo del tiempo depende de otro centro de acción" ².

En efecto, todo lo que queda al sur de esta línea, está sometido a la influencia, en primer lugar, del "sistema anticiclónico pacífico", cuya

¹ PROHASKA, F. J., *Regímenes estacionales de precipitaciones en Sudamérica y mares vecinos (desde 15° S hasta Antártida)*, en "Meteoros", Año II, N° 1-2, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1952, p. 95.

² *Ibidem*, p. 96.

posición media, en verano, se encuentra "entre los 27° y 45° S y en invierno entre los 29° y 37° S". De este centro proceden los vientos del W, los cuales, generalmente, no constituyen una masa de aire homogéneo, sino que la "parte norte de la corriente se integra de aire subtropical" ³ que proviene del citado anticiclón y la "parte sur, de aire que proviene más o menos directamente de las regiones polares" ⁴ constituyendo el *frente polar pacífico*. Este frente pasa muchas veces por nuestros valles para regresar luego formando parte del otro gran sistema —modificadas, lógicamente, sus condiciones físicas— y cuya zona de influencia es la parte que queda al NE del límite climático que hemos mencionado. Nos hemos referido al "anticiclón atlántico" que nos envía vientos del NE, más frecuentes en verano que en invierno.

Además debemos considerar el efecto de la sudestada, que alcanza nuestra zona, con señalada tendencia al E de la misma, con más importancia en el otoño, pero, en general, escasa a lo largo de todo el año.

La cordillera juega un gran papel en la circulación atmosférica general por cuanto confiere a los vientos que proceden del W un marcado carácter *foehnico*, aunque menor que en latitudes más bajas de nuestro país; a la vez que convierte sus direcciones, inicialmente W, en una pronunciada componente SW; que prevalece hasta los 2.500 m. de altura, es decir, hasta el límite de altura de la cordillera en la latitud de la franja estudiada. No obstante, el porcentaje de vientos del W es elevado, a la vez que están presentes los que proceden del S, N y NE. Después de los 3.000 m. se pueden considerar normalizadas las corrientes de aire y predomina el W; sólo se intercalan el SW y NW, y el S en otoño e invierno. A los 5.000 m. ya notamos hasta la ausencia de los vientos del SW.

En cuanto a la influencia de la cordillera sobre los vientos de superficie, podemos decir que se constituye en un obstáculo cada vez mayor a medida que descendemos en la atmósfera, especialmente al N de la Patagonia, por cuanto al S todavía es muy accesible a los vientos, que después de cruzarla giran hacia el NE arribando a Río Negro con procedencia SW. A este factor se agrega la orientación de los valles, que confieren un carácter netamente local a la dirección de los vientos.

³ MAURSTAD, A., *El tiempo en la República Argentina*, en *Geografía de la República Argentina*, T. V (Buenos Aires, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GÆA, 1946), p. 29-30.

⁴ *Ibidem*, p. 30-31.

Así pues, en el valle del Neuquén ubicamos a *Chos Malal* con decidido predominio de calmas durante todo el año y cuya media anual es de 464 ‰. La cordillera de los Andes, aún bastante elevada a esta latitud, no permite un imperio muy absoluto de los vientos emitidos por el anticiclón del Pacífico. Tampoco se nota la influencia de los del E y SE por su gran distancia del centro emisor. Podemos así comparar el régimen de vientos de Chos Malal con el del sur de Mendoza por su semejanza: un otoño sumamente sereno, y una primavera y un verano con vientos predominantes del NW; no así el invierno, cuya frecuencia se divide entre el N y el W.

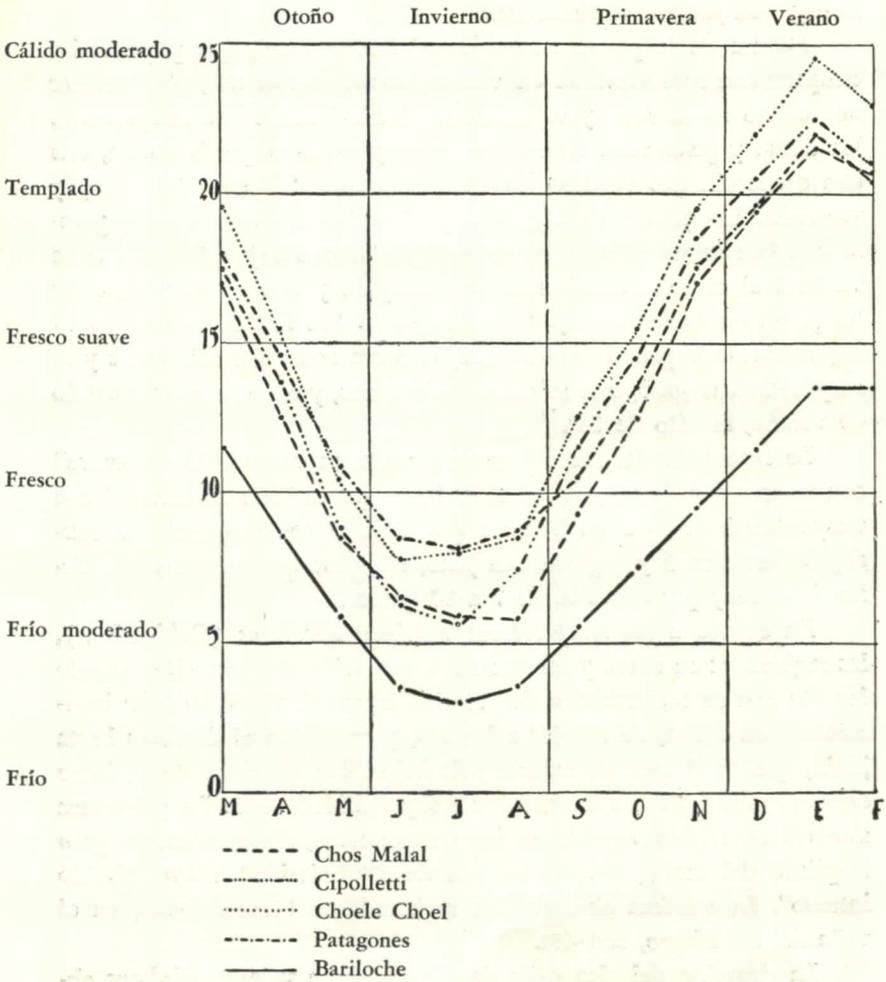
En el alto valle del Limay, *Bariloche* se distingue por sus persistentes vientos del NW y del W, y con menos frecuencia los del N y S. La influencia de los dos primeros citados es muy elevada en primavera y verano, y algo menor en otoño e invierno. Nos prueban la importancia de los vientos en dicho centro las escasas calmas, que sólo alcanzan al 73 ‰.

La causa del predominio de los vientos del NW y W en Bariloche, la atribuimos en primer lugar al anticiclón del Pacífico, que sopla hacia el continente; y luego, a la discontinuidad de la cordillera, que a esta altura se disloca en quebradas, pasos y cuencas lacustres, permitiendo la introducción de cuñas de aire que se extienden hacia los valles atraídas por los centros de baja presión. Esto último es mucho más factible de observar en otras dos localidades: Las Lajas y Picún Leufú, donde el predominio casi exclusivo en la dirección de los vientos está dado por la orientación de las quebradas y el cauce de los ríos.

Ya dentro del valle del río Negro, consideramos en primer lugar a *Cipolletti*, que revela su condición de zona de transición entre el sistema del SW y el del NE; pero, donde la influencia del anticiclón del Pacífico es aún notoria, pues, las mayores frecuencias de los vientos están dadas en las direcciones W y SW, especialmente la primera que sopla con mayor intensidad en invierno y primavera, cuando el anticiclón Pacífico sur se ha desplazado hacia el norte. En menor escala advertimos los vientos del E y del N, que soplan con la misma regularidad durante todo el año. Las calmas en esta zona suman 181 ‰. En *Choele Choel* observamos el predominio de los vientos del N y, como un resabio, los del W. Los vientos emitidos por el anticiclón atlántico sur, que son atraídos hacia el continente por el centro de baja ubicado en Santiago del Estero, se internan por el litoral bonaerense y giran hacia el sur haciendo sentir su influencia en Choele Choel como

vientos del N y del NE. El porcentaje de calmas es mucho más reducido que en Cipolletti y sólo alcanza al 119 ‰ anual.

Por último, en la parte oriental del valle del río Negro, ubicamos a *Patagones*, con escasas calmas durante todo el año (45 ‰). Es evidente el alcance del anticiclón del Atlántico y el debilitamiento progresivo del anticiclón Pacífico. Pese a que los vientos azotan en todas direcciones, observamos un predominio de los del N, NE y NW en invierno, y del NE y SE en primavera y verano.



GRÁF. N° 1

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

En cuanto a la *velocidad* de los vientos, comprobamos un índice de cuatro, escala decimal, es decir, "suave"; salvo Patagones y Bariloche que tienen "vientos moderados" durante casi todo el año y que ocasionalmente pueden llegar a valores muy altos.

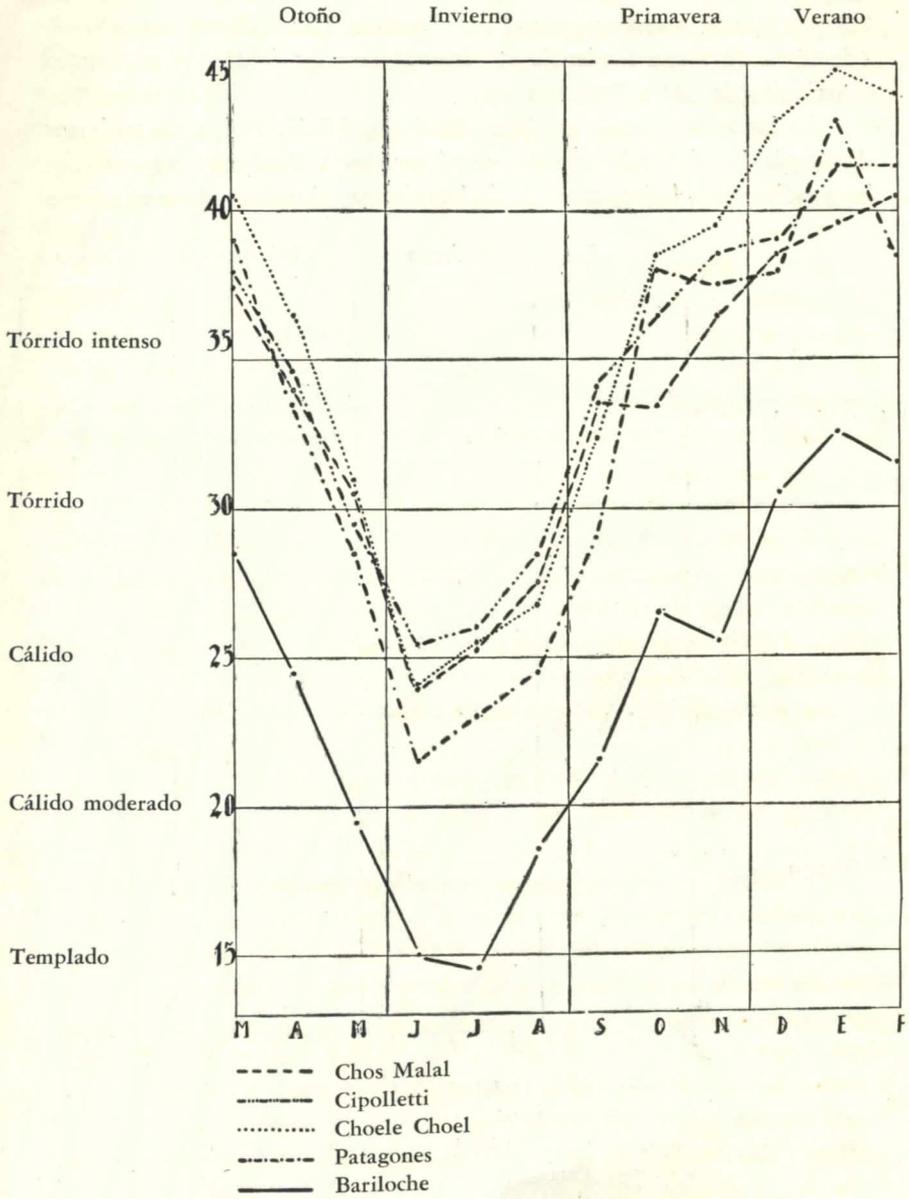
Interpretando los valores de *las temperaturas medias* mensuales (Gráf. N° 1) se pueden distinguir dos subregiones que se diferencian netamente. Una al norte de Picún Leufú que incluye las temperaturas de Chos Malal, Cipolletti, Choele Choel y Patagones, con escasas diferencias entre sí; y una segunda al sur, que comprende el alto valle del Limay, con centro en Bariloche.

Dentro de la primera tenemos a Choele Choel, que presenta las temperaturas más elevadas en verano, de 22° a casi 25°, con carácter de "cálido moderado" y un invierno "fresco" con 7° de temperatura. En otoño y primavera, las marcas bajan y suben respectivamente, con una oscilación que va desde "fresco" a "templado" (de 10° a 20°) y viceversa. Las estaciones Cipolletti y Chos Malal tienen valores paralelos a la anterior aunque uno o dos grados más bajos. En las tres se advierte el carácter continental de la región y la amplitud entre las temperaturas de invierno y de verano es de 16°. Patagones muestra la influencia de la proximidad al mar, la curva es mucho más suave y la amplitud entre julio, mes más frío de invierno, y enero, mes más cálido de verano, es sólo de 14°.

La subregión del sur o Bariloche tiene un verano "fresco suave" con marcas casi de 14°, no así el invierno que es "frío moderado" con temperaturas de 3° a 4°. Valores que difieren con respecto a la subregión norte en 3 y 4 grados en julio, mientras que en enero la diferencia es muy pronunciada, de 7 a 10 grados.

En cuanto a las *temperaturas máximas absolutas* (Gráf. N° 2), las registradas en enero y febrero en la subregión del norte han pasado los 40° con su característica de "tórrido intenso". Éstas declinan bruscamente en otoño, de los 40° a los 28°, y continúan el descenso hasta junio, que es el mes de valores más bajos. Las máximas de invierno oscilan entre "cálido moderado" 21° 5 y "cálido" 28° 5. La primavera muestra un rápido repunte en sus temperaturas, sin alcanzar la gran amplitud del otoño, sus marcas van de 32° "tórrido" a 40° "tórrido intenso". La máxima absoluta fue registrada en Choele Choel, en el valle del río Negro, con 45°.

La situación del alto valle de Limay ofrece valores máximos absolutos mucho más confortables. Las temperaturas son, término medio, siete grados más bajas que las vistas anteriormente. Los ascensos y des-

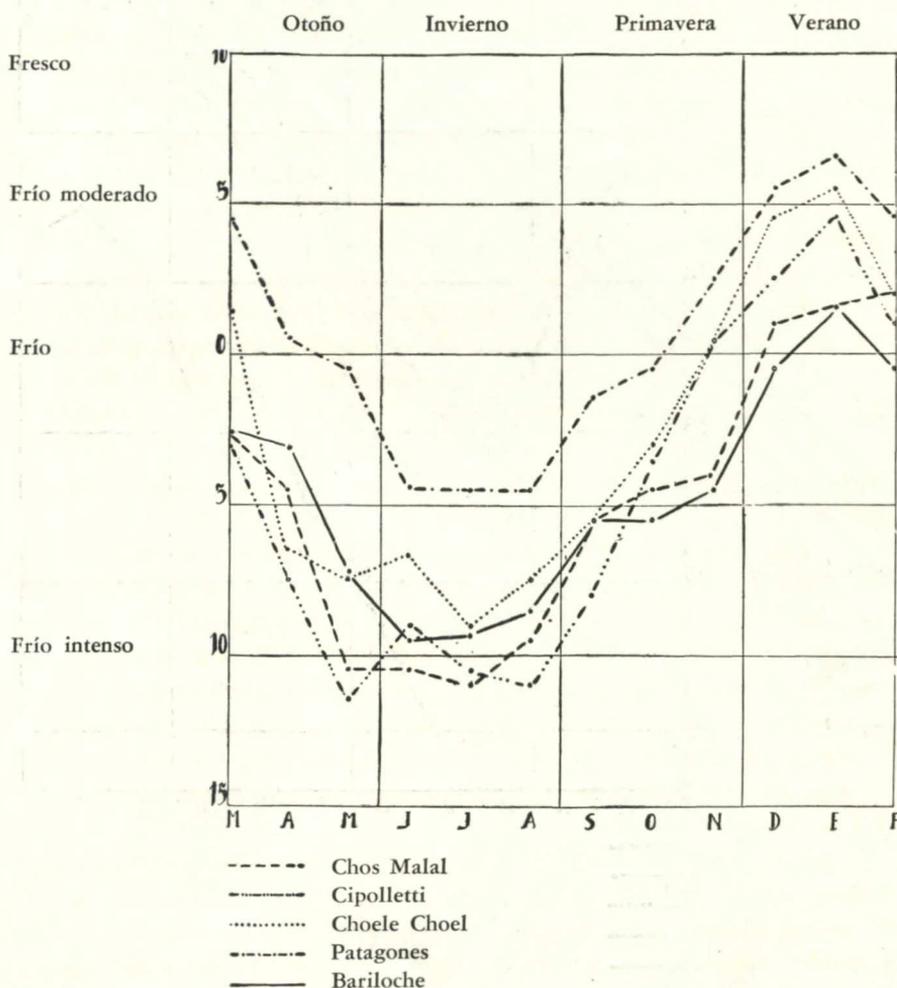


GRÁF. N° 2

TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA

censos muestran igual comportamiento que en la subregión anterior. Un otoño y una primavera cuyos valores mensuales oscilan entre los 20° y 29°, con mayor amplitud en el otoño. Un invierno "templado" (de 15° a 20°) con tendencia al "fresco" (menos de 15°) y un verano "tórrido" (de 30° a 33°).

En las *temperaturas mínimas absolutas*, (Gráf. N° 3) no podemos distinguir las dos subregiones anteriores, pues Bariloche no presenta las mínimas más bajas, como es de imaginarse, sino, que sigue el mismo



GRÁF. N° 3

TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA MENSUAL

comportamiento de Choele Choel, Cipolletti y Chos Malal. Es Patagones la que se separa del grupo especialmente en otoño e invierno, notándose a través de todo el año la influencia moderadora del mar. Tiene un invierno "frío" y muy regular con temperaturas que no bajan a menos cinco grados en sus tres meses, y el verano es "frío moderado" con 5° y 6°. Las temperaturas en otoño van de "frío moderado" a "frío" con una oscilación de 5° entre marzo y mayo; y las de primavera con un comportamiento inverso, de "frío" (-1° 5) a "frío moderado" (3° 5).

En las curvas restantes se anotan valores bajo cero en casi todas las estaciones del año, salvo el verano que llega a "frío moderado". En otoño las temperaturas descienden de "frío" a "frío intenso" y aun sobrepasan esta marca con -11° 5, que es la mínima absoluta registrada en el mes de mayo en Cipolletti. Las de invierno se desarrollan en el límite de "frío intenso" para ascender en primavera y alcanzar algunas décimas.

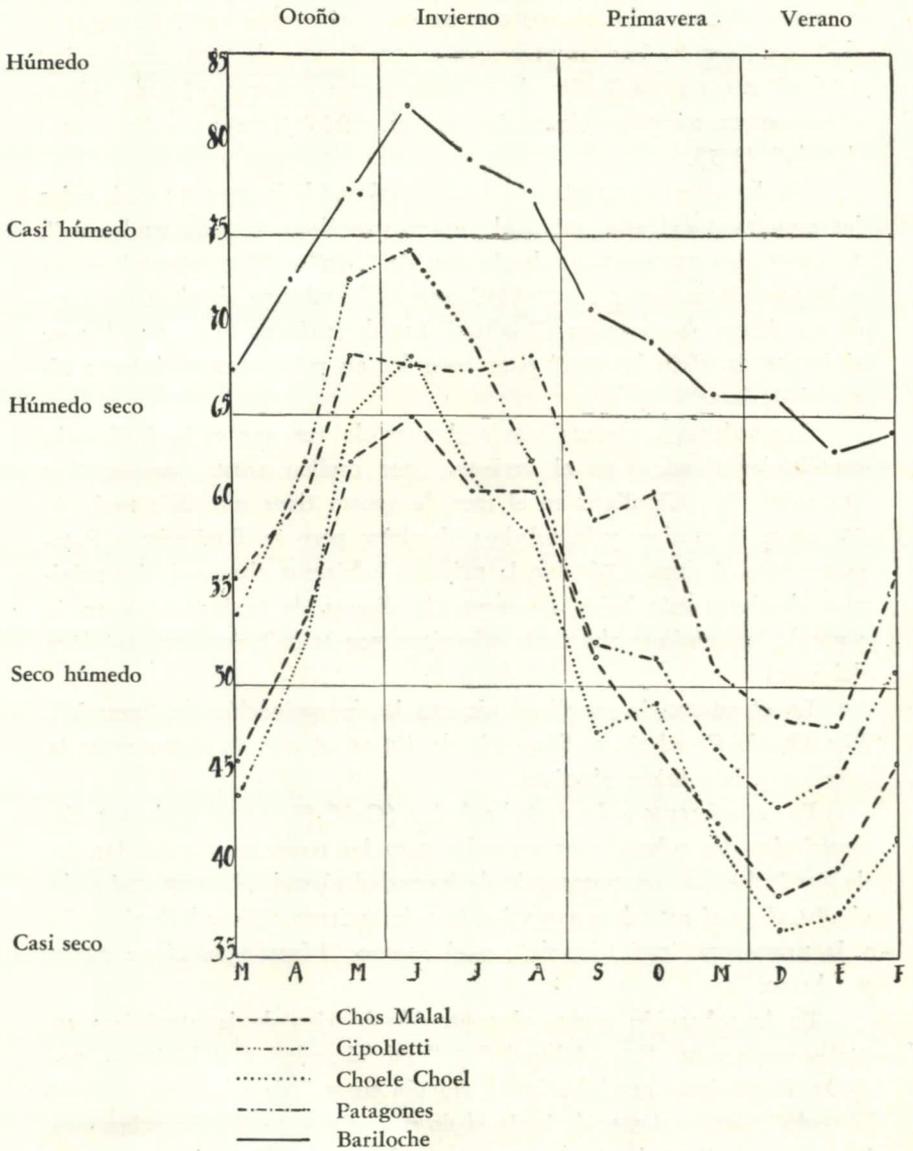
Los valores extremos que acabamos de ver nos están indicando *amplitudes térmicas* en el invierno, que oscilan entre "mediana" y "grande". Ej.: Cipolletti en el mes de agosto tiene una diferencia de 39° entre la mínima y la máxima absoluta; pero en Bariloche y Patagones sólo alcanza a 26° (en la primera habíamos observado las mínimas absolutas más bajas, consecuencia directa de la latitud; y en la segunda las mínimas absolutas más altas, por la influencia moderadora del mar).

En el verano la amplitud alcanza la denominación de "grande". Ej.: Choele Choel tiene diferencia de 40° en el mes de enero entre la máxima y la mínima absoluta.

En lo referente a *humedad relativa* (Gráf. N° 4), sí podemos distinguir las dos subregiones anotadas para las temperaturas medias. La de Bariloche, con un porcentaje de humedad elevado durante casi todo el año, tiene el mes de mayo y los tres de invierno "húmedo"; el otoño y la primavera "casi húmeda"; y el verano "húmedo seco" en enero y febrero.

En la subregión norte, el contenido hídrico de la atmósfera en otoño varía entre "seco húmedo" y "casi húmedo" y el invierno, período de máximas precipitaciones, fluctúa entre "húmedo seco" y "casi húmedo", siendo el mes de junio el de mayor porcentaje. En primavera las curvas declinan hasta el primer mes de verano, diciembre, que presenta el mínimo de humedad, para luego ascender en los dos restantes hasta el límite de "seco húmedo". Pero más interesante para la vida

del hombre es la *tensión del vapor*, pues nos presenta el clima en su verdadero carácter. En este aspecto se muestran muy uniformes nuestros valles. Tienen un índice general de tres, o sea que les corresponde

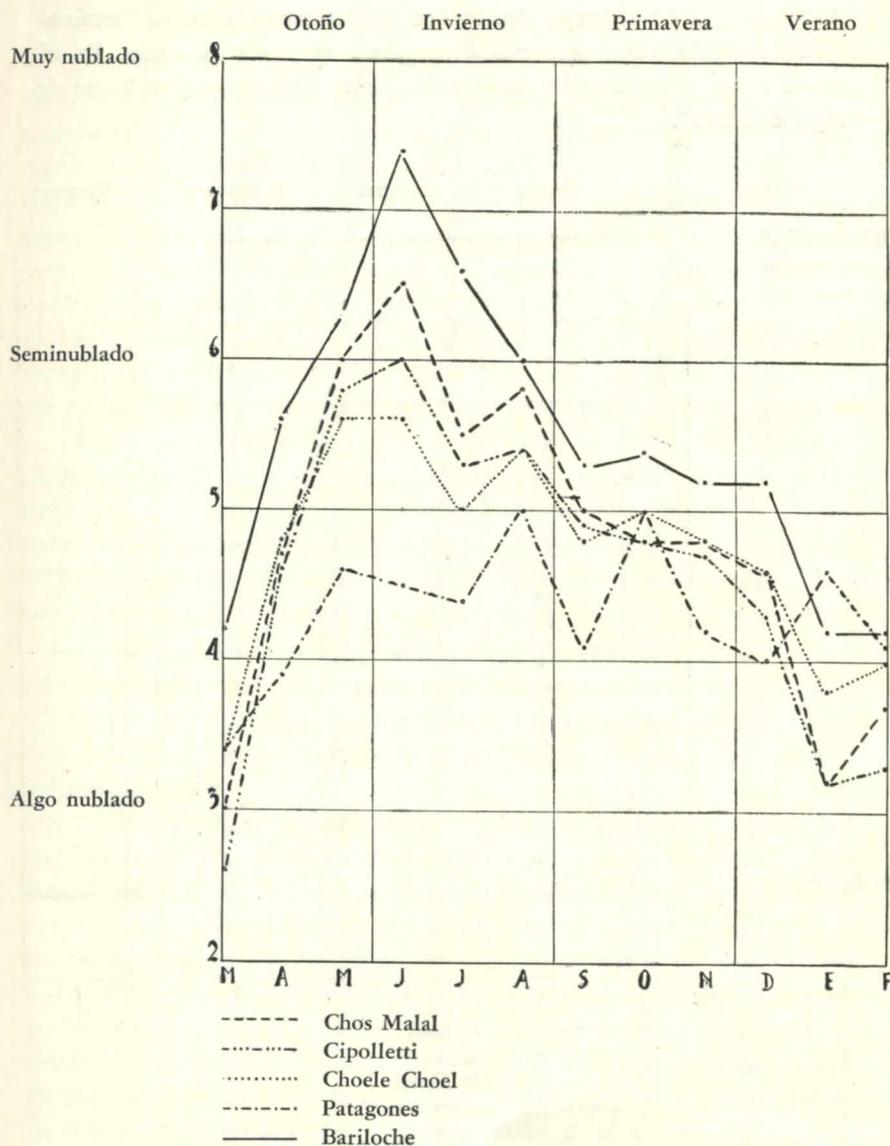


GRÁF. N° 4

HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL

la denominación de "seco", con sus variantes de "muy seco" en invierno y "casi seco" en verano.

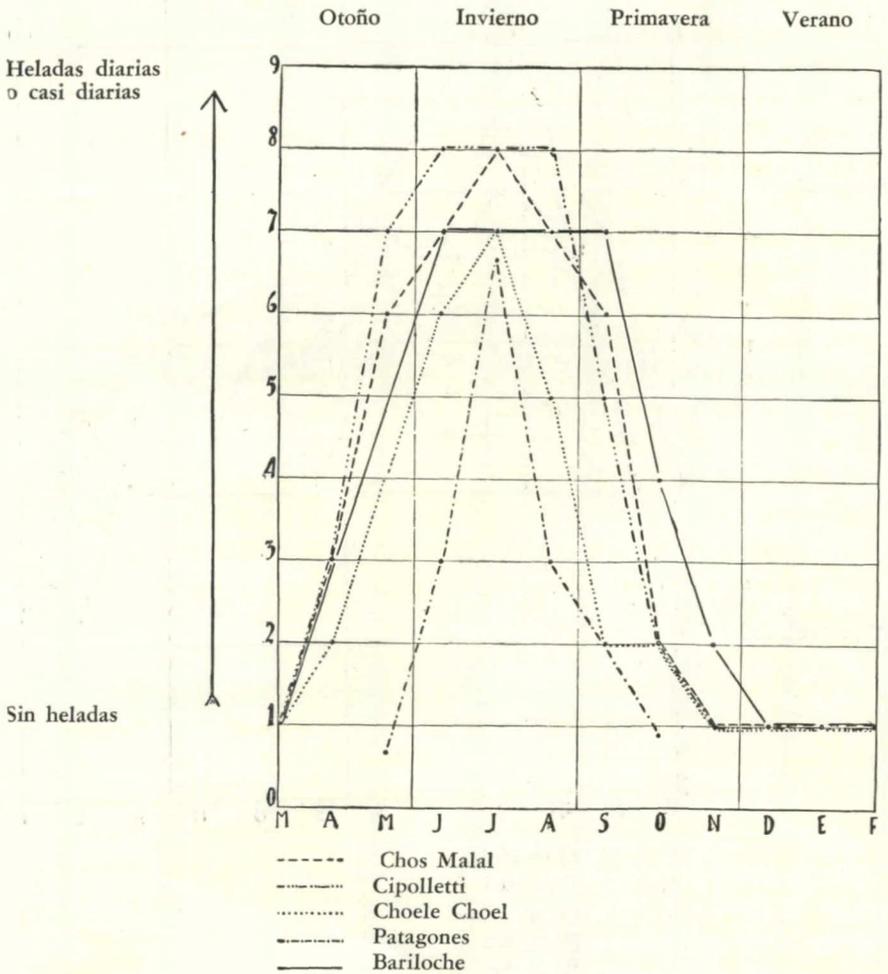
En cuanto a la *nubosidad media anual* (Gráf. N° 5), es posible



GRÁF. N° 5

NUBOSIDAD MEDIA MENSUAL

observar la persistente regularidad de Patagones, con cielo "semi nublado" durante todo el año. Cipolletti y Chos Malal muestran curvas muy similares; inician el otoño con cielo "algo nublado" en el último mes de la estación. El invierno tiene las marcas más elevadas de nubosidad (de 6 a 6,5), luego descienden paulatinamente hasta "seminublado" en primavera, con escasa amplitud en sus tres meses. En el verano sigue la declinación de la curva hasta llegar a casi el límite de "algo nublado".



GRÁF. N° 6

FRECUENCIA MEDIA DE HELADAS

Bariloche se caracteriza por un cielo "seminublado" en parte del otoño, verano y primavera, y por un invierno "muy nublado", en uno de cuyos meses, junio, alcanza el máximo de nubosidad media con una marca de 7,5.

Otro fenómeno meteorológico importante y de gran peligro para la agricultura de la zona, son las *heladas* (Gráf. N° 6). Podemos reducir a dos las curvas de frecuencia media de heladas: 1) Patagones, con un desarrollo de mayo a octubre, con gran amplitud en invierno, cuyas marcas ascienden de tres a casi siete, escala decimal. Esta zona tiene aproximadamente 180 días sin heladas, correspondientes a dos meses de otoño, el último de primavera y los tres de verano; 2) la otra curva sería la de Chos Malal, que se inicia en el primer mes de otoño, sube rápidamente y se interna en el invierno marcando 7 y 8, escala decimal. La característica es de heladas diarias o casi diarias. La curva declina a partir de julio y en la primavera hay un marcado descenso, hasta 1, para mantenerse igual en los tres meses de verano.

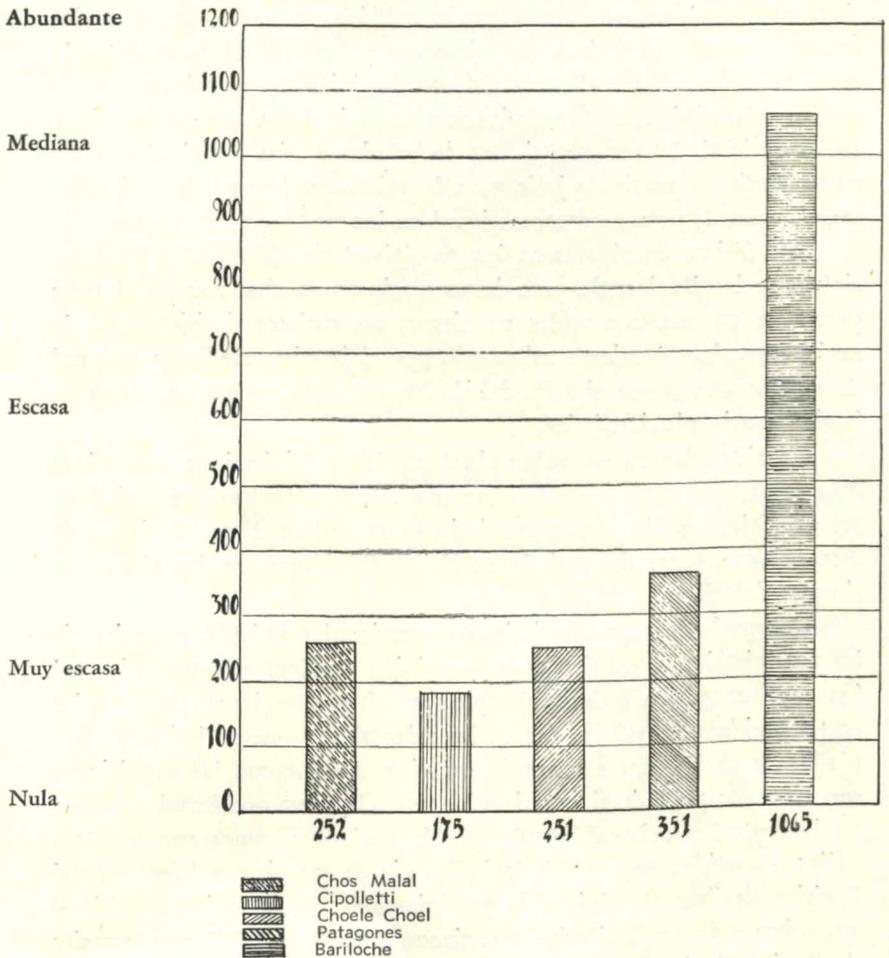
Por último consideramos las *precipitaciones* (Gráf. N° 7) especialmente las lluvias, de gran importancia en muchas zonas del país; pero que en nuestros valles no tienen un carácter decisivo para la agricultura, inconveniente subsanado por el hombre mediante una red de canales, que cruzan el valle del río Negro y que suplen con sus aguas la deficiencia pluviométrica.

Consideradas en su valor absoluto, las precipitaciones nos dicen muy poco, pues ellas están íntimamente relacionadas con otros elementos climáticos en lo que a rendimiento se refiere. Pero el objeto de esta primera parte del trabajo es el estudio directo de los elementos simples del clima.

Comprobados los rendimientos estacionales y las frecuencias de las precipitaciones, confirmamos la opinión de Koeppen, según la cual los continentes, en latitudes tropicales, ofrecen regiones secas en las costas occidentales y húmedas en las orientales; y que en latitudes templadas, es decir, en las zonas de los vientos del oeste, las condiciones son inversas: precipitaciones abundantes en la parte occidental y escasas en la central y oriental. Razón por la cual observamos que nuestros valles, sometidos en el W a la influencia de los vientos húmedos del Pacífico, reciben el máximo de precipitaciones en la región cordillera, sobre todo en Bariloche, que tiene un total de 1.065 mm. anuales de lluvias. En la parte central, Cipolletti y Choele Choel, sólo reciben 175 y 251 mm. anuales respectivamente, y en la costa atlántica las precipitaciones dependen en su mayor parte de las condiciones de la costa

pacífica, por supuesto modificadas por la orografía y la influencia del Atlántico.

Chos Malal, no obstante estar ubicada en la región occidental, tiene un máximo de 252 mm. pero la causa fundamental de su diferencia con Bariloche la atribuimos, en primer lugar, a la altura media de la cordillera, que hasta los 37°, a modo de barrera, impide el paso de los vientos del Pacífico, los cuales deben descargar su humedad en la cima de las montañas en forma de nieve. Así por ej.: a igual latitud y pró-



GRÁF. N° 7

NORMALES DE LLUVIAS DE 25 AÑOS (1913 - 1937)

ximos al límite con Chile, en los baños de Copahue, las precipitaciones medidas con nivómetros han totalizado 2.650 mm. anuales.

Toda la zona de influencia del anticiclón Pacífico tiene las máximas precipitaciones en otoño y sobre todo en invierno; las mínimas son registradas en verano aunque en general son "escasas" durante todo el año, salvo Bariloche que tiene lluvias "abundantes".

En cambio Patagones, sometida a la influencia del anticiclón del Atlántico, presenta características distintas, lluvias "medianas" en primavera y verano, y "escasas" en invierno y otoño, que sólo llegan a totalizar 354 mm. anuales.

2. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS COMBINADOS (VALORES RELATIVOS)

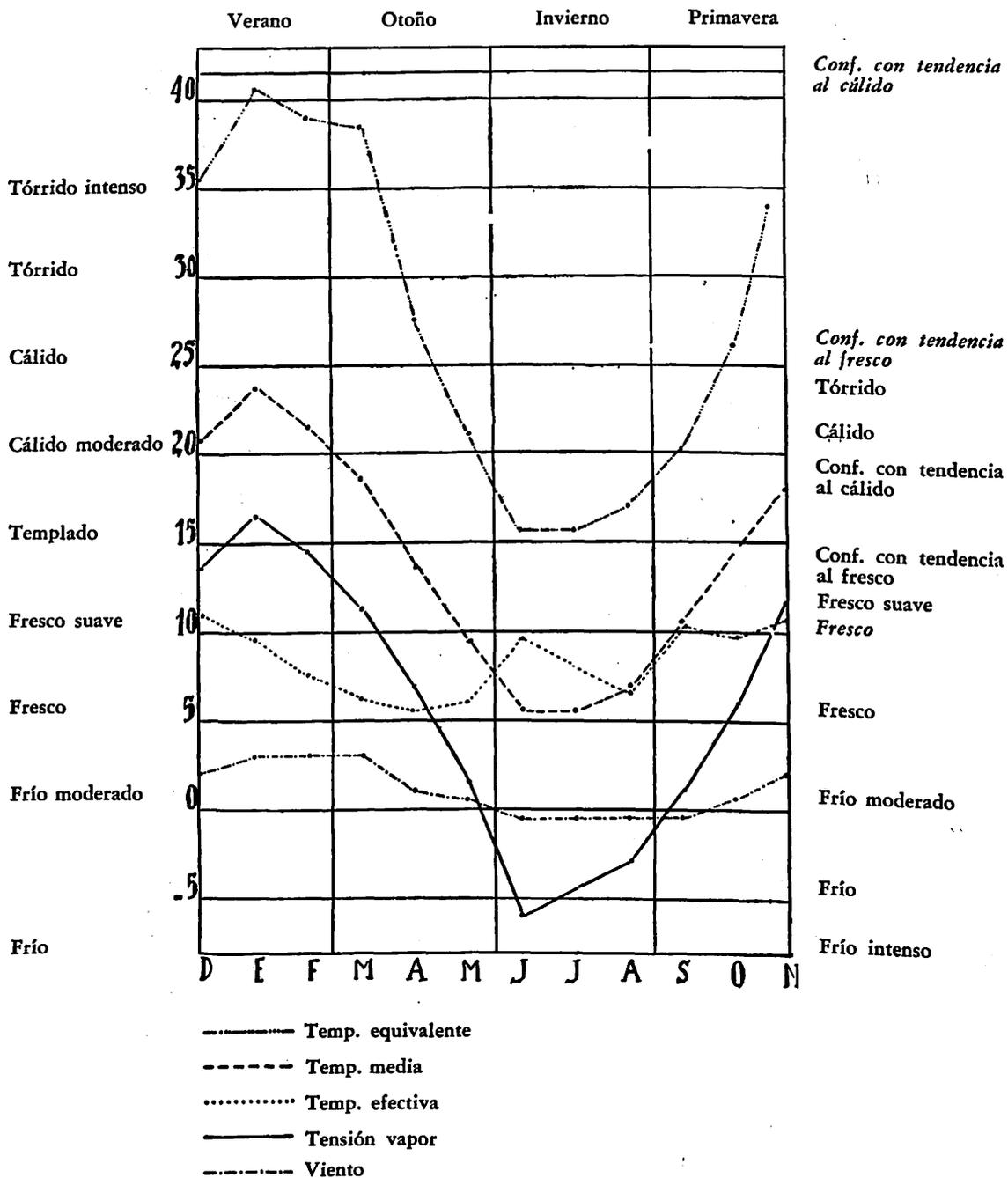
Nuestro trabajo tiene por objeto, además de dar a conocer algunas características del clima del valle de los ríos Neuquén, Limay y Negro, poner en evidencia, una vez más, la relatividad del valor de algunos elementos climáticos simples, más aun cuando una región es estudiada a través de uno sólo de ellos, infinitas veces seleccionados entre los menos representativos. Por otra parte, queremos presentar algunas de las fórmulas relativas a elementos combinados cuya aplicación estimamos conveniente.

Creemos que la descripción de los elementos simples es imprescindible y debe preceder siempre a la de los combinados, para su mejor comprensión; pero estimamos que sin pasar al estudio de éstos el trabajo quedaría incompleto.

Así, por ejemplo, el estudio de los vientos en forma aislada no tiene mayor valor desde el punto de vista bioclimático; pero en cuanto se los vincula a otros elementos como la temperatura equivalente, que a su vez resulta de la vinculación de la temperatura del aire y la tensión del vapor o humedad absoluta, adquiere mayor interés porque conduce a la determinación de las temperaturas efectivas que son a las que, en última instancia, está realmente sometido el organismo.

Hemos ejemplificado con el viento, aunque podríamos haberlo hecho con otros elementos, en mérito a su importancia en el caso de la Patagonia y de la zona que nos ocupa.

Por no disponer de más estadísticas completas que las relativas a Cipolletti, Bariloche y Patagones, y porque además las mismas resumen



GRÁF. N° 8
CIPOLLETTI

bastante bien las características de toda la zona estudiada, no citaremos otros puntos de observación.

De acuerdo con las temperaturas medias del aire (Gráf. N^o 8), Cipolletti tiene un verano "cálido moderado" (21° a 23°) que por efectos de la humedad absoluta o tensión vapor produce una sensación física "confortable con tendencia al cálido" (36° a 41°). El viento la hace descender a "confortable con tendencia al fresco" (14° a 16°).

En el invierno disminuye la diferencia entre la temperatura media del aire y la equivalente —que se observa en verano— debido a la menor tensión del vapor, pero crece la diferencia entre la temperatura media del aire y la efectiva, a causa del aumento que se registra en la velocidad del viento, especialmente en el mes de junio.

Mientras la temperatura media varía entre "fresco" y "fresco suave" (5° a 7°), las equivalentes se mantienen entre "fresco" y "confortable con tendencia al fresco" (15° a 17°). Simultáneamente, las temperaturas efectivas se mueven alrededor de "frío intenso" (-3° a -6°).

Ambas estaciones se caracterizan por la escasa amplitud térmica, tanto media como equivalente y efectiva, así en verano como en invierno.

Las estaciones intermedias —primavera y otoño— en cambio, se caracterizan por la gran amplitud de las temperaturas, como puede observarse a simple vista, en la verticalidad de las curvas, descendentes en otoño y ascendentes en primavera.

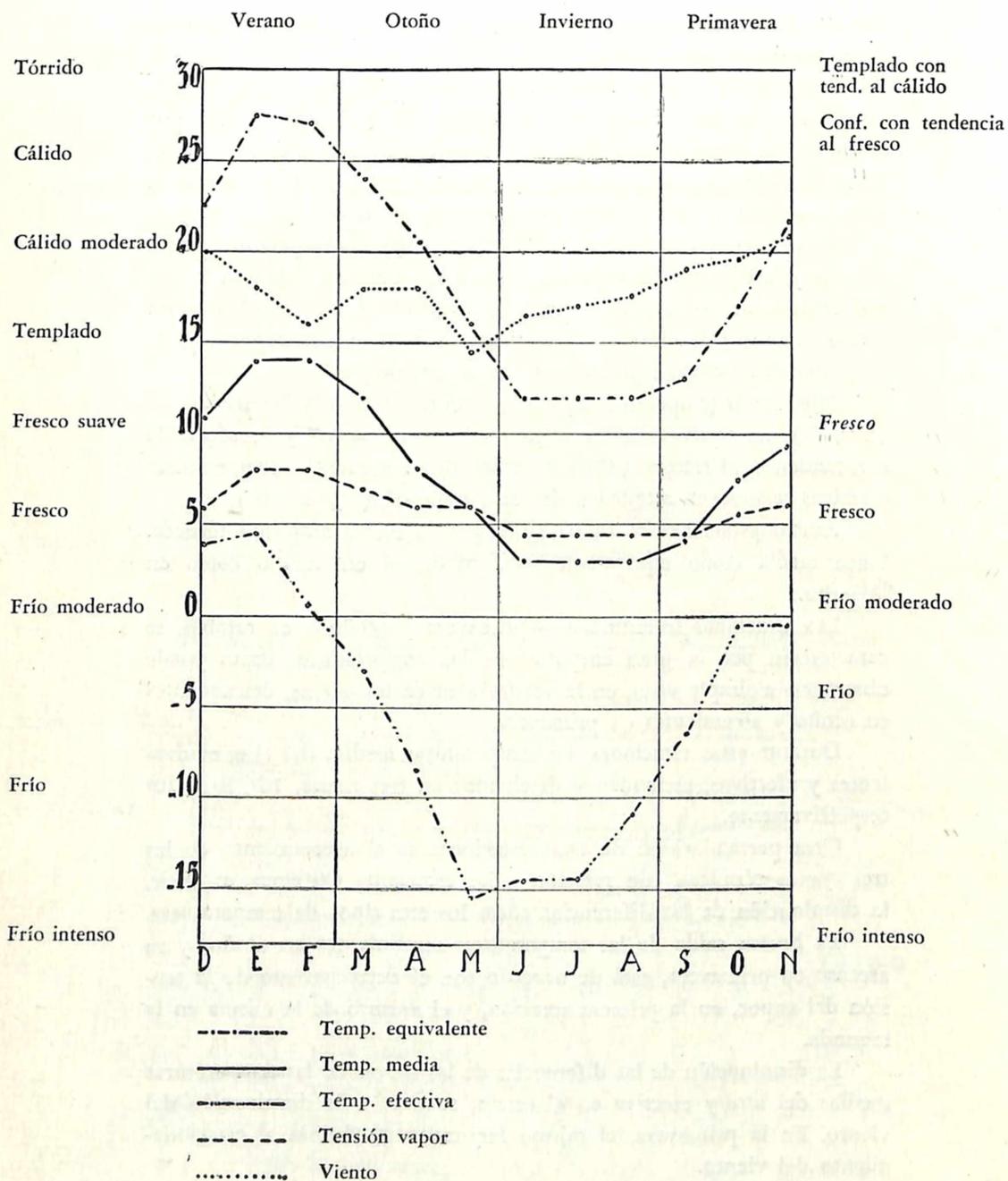
Durante estas estaciones, las temperaturas medias del aire, equivalentes y efectivas, ascienden y descienden en tres meses, 16°, 8° y 10° respectivamente.

Otra particularidad de estas estaciones es el acercamiento de las tres curvas térmicas, con relación a las estaciones extremas, es decir, la disminución de las diferencias entre los tres tipos de temperaturas.

La brusca caída de las temperaturas equivalentes en otoño, y su ascenso en primavera, está de acuerdo con el decrecimiento de la tensión del vapor, en la primera estación, y el ascenso de la misma en la segunda.

La disminución de las diferencias de las curvas de las temperaturas medias del aire y efectiva en el otoño, se debe a la disminución del viento. En la primavera, el mismo fenómeno se vincula al estacionamiento del viento.

La temperatura del aire en ambas estaciones, como puede verse, oscila entre "templado" (18°) y "fresco" (10°). En cambio las temperaturas equivalentes oscilan entre "fresco" (20°) y "confortable con



GRÁF. N° 9

BARILOCHE

tendencia al cálido" (38°). Como vemos, hay menos amplitud que en las estaciones estudiadas anteriormente. Las temperaturas efectivas se mueven entre "frío moderado" (1°) y "fresco suave" (12°).

En Bariloche (Gráf. N° 9), también pueden anotarse las características que vimos en Cipolletti, es decir, la uniformidad de los valores en los meses de cada estación extrema y la gran amplitud térmica en las intermedias. Aunque esta vez la amplitud sólo alcanza a 6°, término medio, para la temperatura equivalente, y 12° para las efectivas. En cuanto a explicación de este fenómeno, rige la misma que ya dimos para Cipolletti.

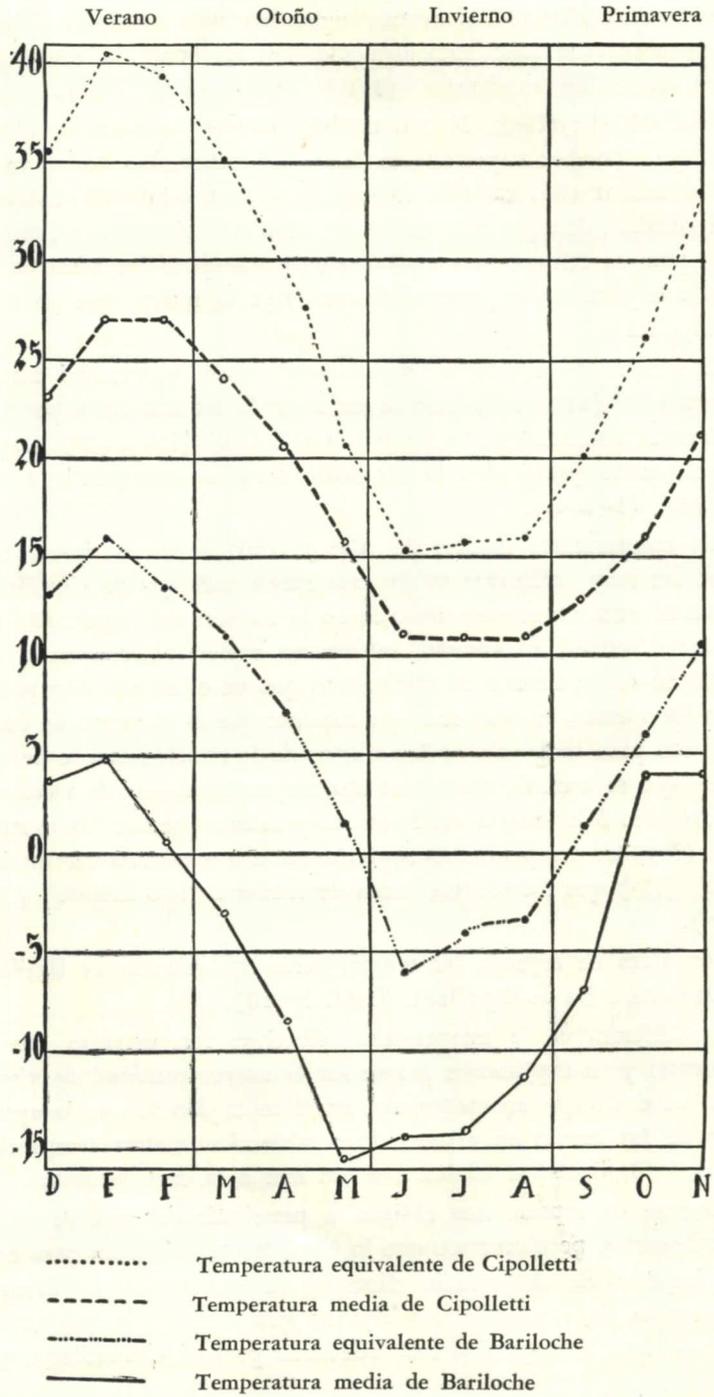
El verano de Bariloche, según temperatura media del aire, es "fresco suave" (11° a 14°) pero la acción de la tensión del vapor torna el ambiente "confortable con tendencia al fresco" (23° a 28°). Cuando sopla el viento patagónico la sensación térmica corresponde a "frío moderado" (1° a 4°).

Las temperaturas medias del aire y equivalentes en invierno, se manifiestan muy uniformes en los tres meses, más que en Cipolletti y más aun se nota un estacionamiento en la tensión del vapor. Las temperaturas efectivas, en cambio, inician un rápido ascenso en agosto, que está en razón inversa al crecimiento que en el mismo mes se insinúa en los vientos, lo cual nos hace suponer que el aumento de éste es muy escaso para contrarrestar los efectos de la estación que se avecina, a menos que se trate de efectos de una mayor frecuencia de vientos de tipo *foehnico*. Mientras se registran temperaturas medias "frías moderadas" (3°), las temperaturas equivalentes nos muestran un invierno "fresco" (12°) que los vientos hacen descender a "frío intenso" (-11° a -15°).

Como era de esperar, las temperaturas equivalentes de Bariloche son inferiores a las de Cipolletti. (Gráf. N° 10).

Las diferencias de temperaturas efectivas son mayores que las equivalentes y su explicación parece ser la mayor cantidad de vientos en Bariloche. Lo que aparentemente no tiene explicación es la aproximación de las curvas en el mes de octubre. La mínima temperatura efectiva de Bariloche se adelanta en un mes a la de Cipolletti.

Razones de espacio nos obligan a prescindir del análisis de los valores horarios, pero creemos que lo expuesto es suficiente para encarar la importancia del estudio climático de una región mediante la incorporación de elementos combinados que —como la temperatura efectiva— son "la expresión más adecuada para el climatólogo, geó-



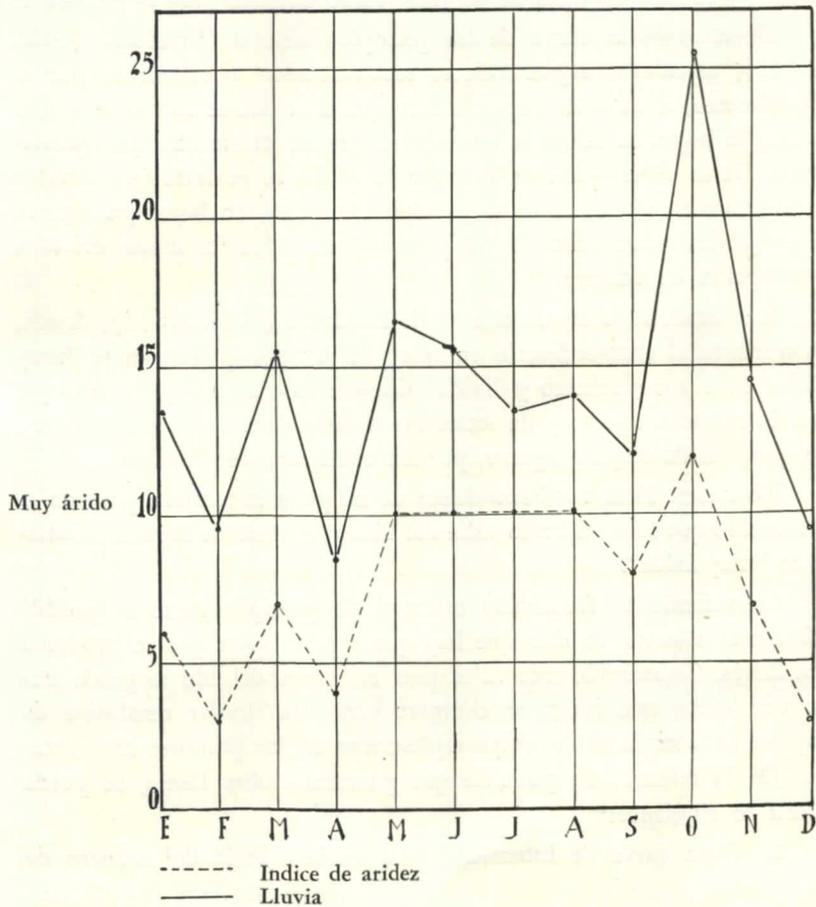
GRÁF. N° 10

grafo, médico y colonizador, con el fin de determinar un ambiente térmico donde el hombre tenga que vivir y desarrollar sus actividades”.

En cuanto al carácter general del clima estudiado, desde el punto de vista de las temperaturas efectivas, que son las de mayor valor, podemos decir que se caracteriza, en toda la región, por la “desconfortabilidad negativa”, es decir, que no sólo no es confortable sino que tiende al frío.

El segundo elemento climático que analizaremos atendiendo a las distintas combinaciones a que está sujeto, son las precipitaciones.

Esta vez emplearemos distintas fórmulas, que nos permitirán apre-



GRÁF. N° 11

CIPOLLETTI

ciar la importancia de los elementos combinados en el estudio de los climas.

En primer lugar usaremos la fórmula de los doctores Walter Knoche y Vladimir Borzakov para calcular el "índice de aridez" ⁵.

Este índice, cuya fórmula es igual a $\frac{P}{T} \times N$, donde P es la precipitación,

T la temperatura media y N el número de días de precipitación en el período considerado, es "importantísimo para la agricultura y la fitogeografía de un país, como también para la erosión".

Observando la curva de las precipitaciones de Cipolletti (Gráf. N° 11), calculadas según valores suministrados directamente por el pluviómetro, se advierte de inmediato que no coincide con la de aridez calculada según la fórmula enunciada, que no existe absoluto paralelismo. De la observación de la curva de aridez se advierte que el valor o rendimiento efectivo de las precipitaciones es tan bajo que merece el categórico calificativo de "muy árido" en todos los meses del año, a excepción de octubre.

Más interesante es aun el caso de Bariloche (Gráf. N° 12), donde, no obstante el extraordinario volumen de sus precipitaciones es "muy árido" en enero y febrero y "árido" durante los seis meses del año que van de marzo a agosto y de setiembre a diciembre. Sólo cuatro meses, los que van de mayo a agosto, pueden calificarse de "hídricos".

No hacen falta confrontaciones de ninguna naturaleza para dejar establecido que fuera del alto valle del Limay, el resto de la zona estudiada es "muy árida".

Conociendo la frecuencia mensual de precipitaciones es posible calcular el número de días que hay que esperar para que se produzca una lluvia. Conociendo este valor para cada mes del año se puede trazar una curva que luego se compara con otra similar resultante de emplear la intensidad de las precipitaciones en los períodos considerados. De la relación de posición que guardan ambas líneas, se puede inferir lo siguiente:

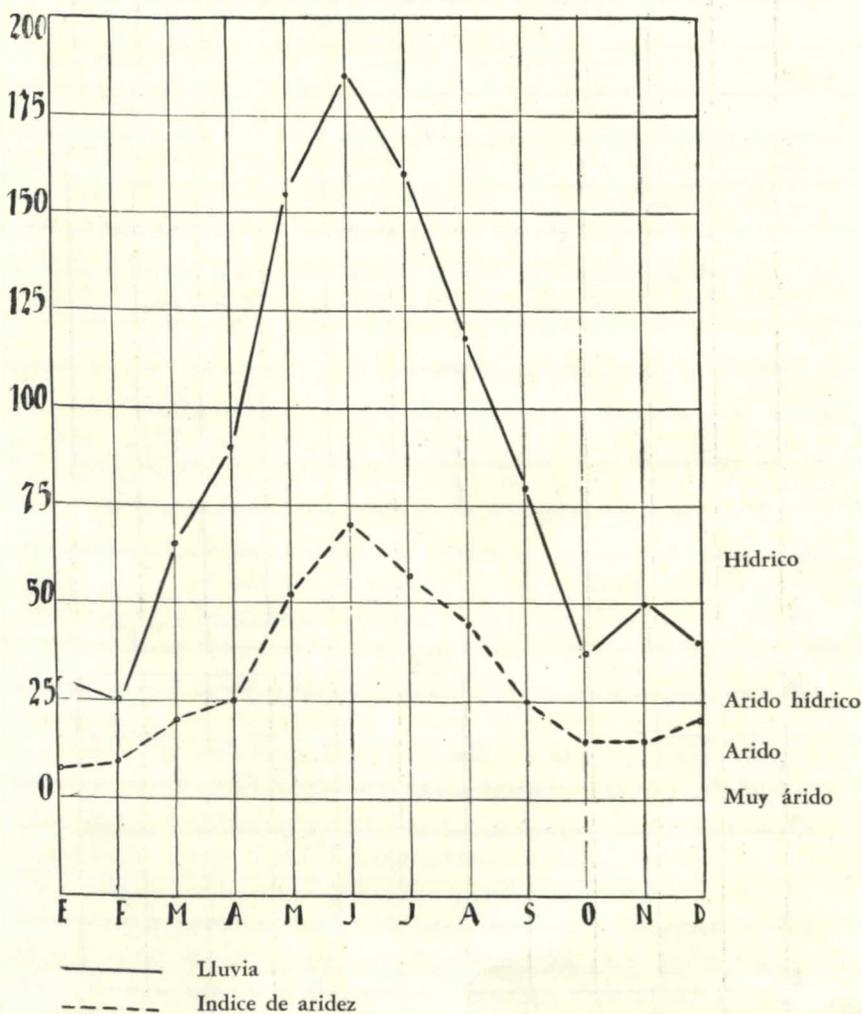
1. Si la curva de intensidad pasa encima de la del número de

⁵ KNOCHE, W. y BORZAKOV, V., *Índice de aridez*, en *Geografía de la República Argentina*, T. VI (Buenos Aires, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos G.ÆA, 1946), p. 99.

días que hay que esperar para que se produzca una lluvia, los cultivos son posibles sin riego siempre que se den las condiciones de temperaturas necesarias.

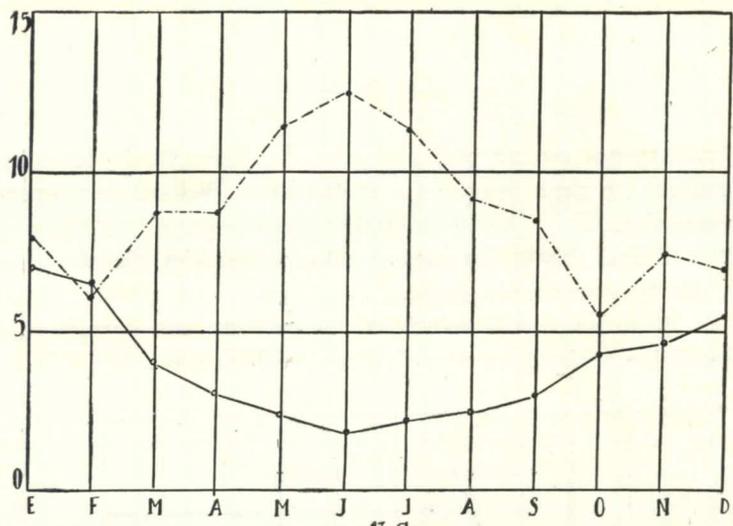
2. Si pasa debajo, los cultivos sólo son posibles, siempre y cuando se den las condiciones térmicas, con riego.

3. Si ambas curvas coinciden, los cultivos, aun cuando se den las condiciones térmicas necesarias, son problemáticos.

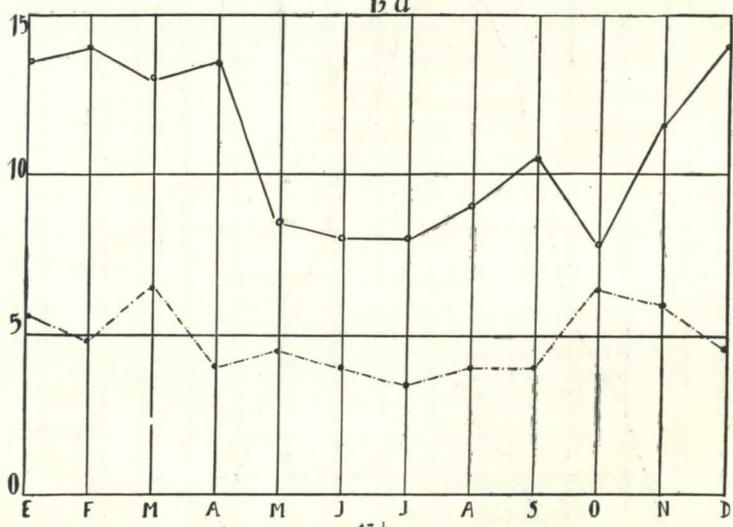


GRÁF. N° 12

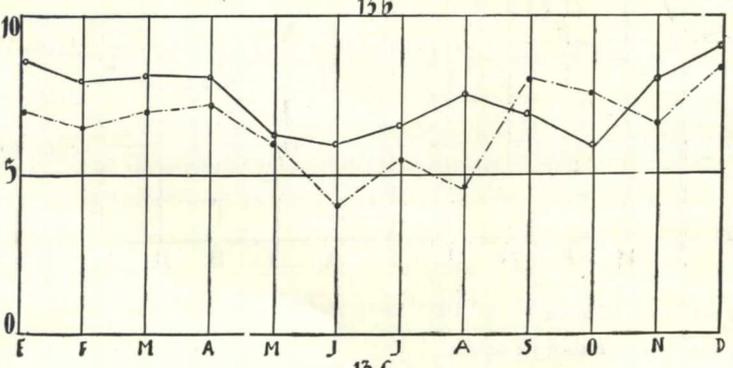
BARILOCHE



13 a



13 b



13 c

13 a : Bariloche
 13 b : Patagones
 13 c : Cipolletti
 - - - - - Intensidad
 ————— Nº de días a esperar

GRÁF. N° 13

En el caso de Bariloche (Gráf. N° 13 - a), a excepción de enero y febrero en que las probabilidades son problemáticas, el resto del año presenta, según las lluvias, condiciones ampliamente satisfactorias, que crecen durante el invierno y decrecen hacia el verano.

En Patagones (Gráf. N° 13 - b), las condiciones desde el punto de vista de las lluvias han empeorado sensiblemente y sólo presentan dos meses, septiembre y octubre, en que si se dan las demás condiciones son posibles los cultivos sin riego; mayo es problemático y el resto exige indefectiblemente, riego.

Cipolletti (Gráf. N° 13 - c) tiene necesidad de riego a lo largo de todo el año.

Este sistema, a nuestro juicio, no es el más recomendable, si bien constituye un índice de apreciación, por cuanto deja librado el resultado real a los valores hipotéticos y porque en el rendimiento del agua no se tiene en cuenta, explícitamente, la temperatura.

El tercer enfoque relativo a los valles en cuestión, lo haremos de acuerdo con el criterio seguido por Juan Papadakis ⁶, cuya fórmula es:

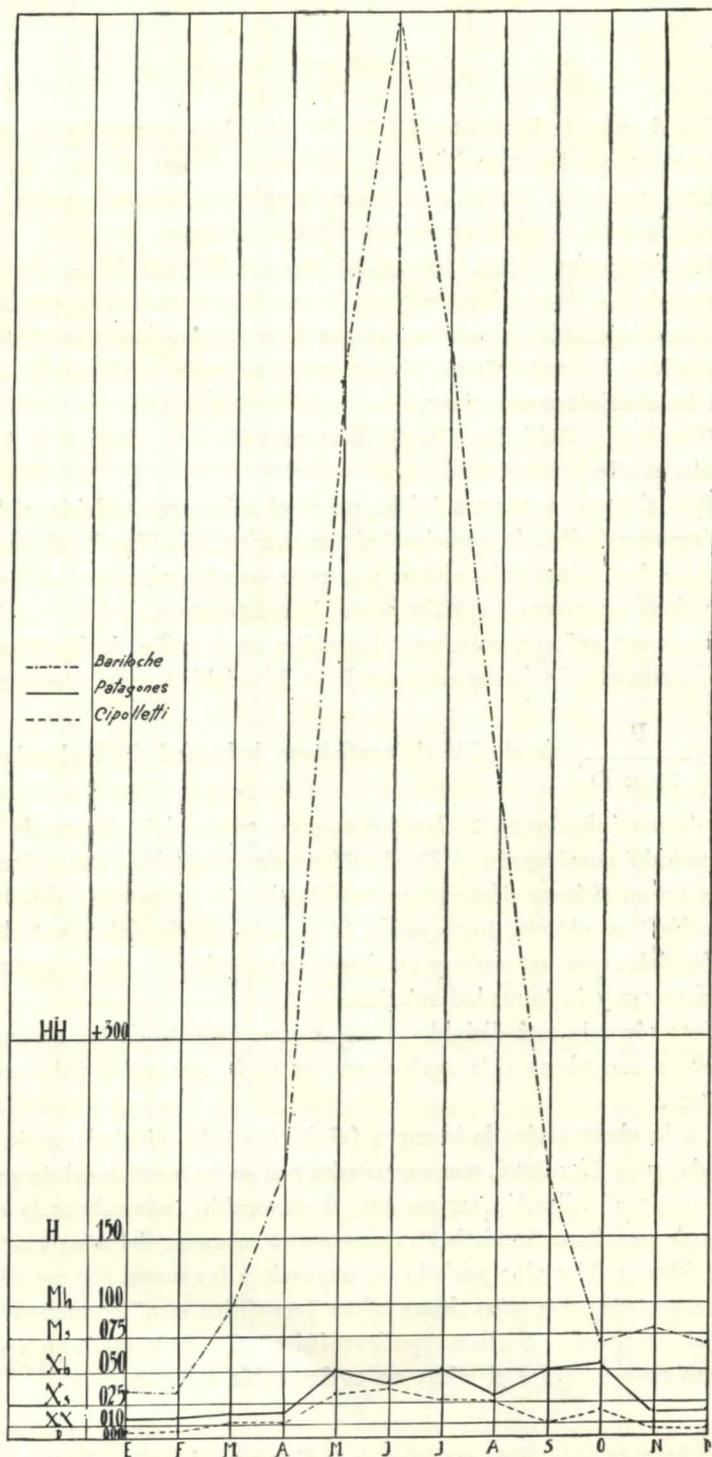
$$CH = \frac{P}{20 \times D}, \text{ siendo CH el "coeficiente de humedad", P el volumen}$$

total de precipitaciones, 20 las dos terceras partes del número de días del período considerado y D el déficit de saturación. Esta fórmula arroja un coeficiente triplemente combinado por cuanto el "déficit de saturación" se obtiene sustrayendo la tensión media del vapor de la tensión del vapor saturado y en éstos, como sabemos, intervienen las temperaturas y la humedad relativa.

Esta fórmula está dirigida al mejor conocimiento de los elementos climáticos con vistas a la agricultura, es decir, que tiene valor agroclimático.

De la observación de la curva (Gráf. N° 14), calculada según esa fórmula, para Cipolletti, que aparentaba por su volumen total de precipitaciones y distribución ser no muy desfavorables, advertimos la existencia de un clima "desértico", durante cuatro meses del año: noviembre a febrero. El mejor período corresponde a los meses comprendidos entre mayo y agosto, pues tienen clima "xerofítico seco" correspondiéndole al resto del año clima "polixerofítico". Es decir que aun en las mejores circunstancias el clima no es favorable a los cultivos.

⁶ PAPADAKIS, J., *Mapa ecológico de la República Argentina*, Buenos Aires, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1951.



D: desértico; XX: polixerofítico; Xs: xerofítico seco; Xh: xerofítico húmedo; Ms: mesofítico seco; Mh: mesofítico húmedo; H: higrofítico; HH: polihigrofítico.

GRÁF. N° 14

En cuanto a Bariloche, que reúne mejores condiciones que Cipolletti, se caracteriza por el alto rendimiento efectivo de las precipitaciones a través del año. Así, tenemos en enero y febrero un clima "xerofítico-húmedo", correspondiente al peor período del año, que de todas maneras es superior al mejor período de Cipolletti. Octubre y diciembre son "mesofíticos-secos"; marzo y noviembre, "mesofíticos-húmedos"; agosto y setiembre, "higrofíticos" y, finalmente, de mayo a agosto es "polihigrofítico". Cabe hacer notar que, a diferencia de la zona anteriormente estudiada, no se registra ningún período "desértico".

Patagones presenta mejores condiciones que Cipolletti; aunque inferiores a Bariloche. Así, de noviembre a agosto es "xerofítico-seco"; mayo a octubre alterna entre "xerofítico-seco" y "xerofítico-húmedo".

Por último nos ocuparemos del método seguido por Thornthwaite y expuesto por Juan Jacinto Burgos y Arturo L. Vidal ⁷, que tiene la ventaja de usar valores exclusivamente climáticos para expresar el valor relativo de las precipitaciones, e incorporar el factor suelo. Thornthwaite introduce en el conocimiento de la climatología un nuevo elemento: la evapotranspiración potencial.

"Las clases de clima así determinados han de ser de gran utilidad en la descripción de las regiones naturales y en los problemas geográficos con ella vinculados, como la clasificación de los grandes grupos de suelos y la fitogeografía. En los problemas especiales de la climatología agrícola en cambio, sólo han de servir de orientación general.

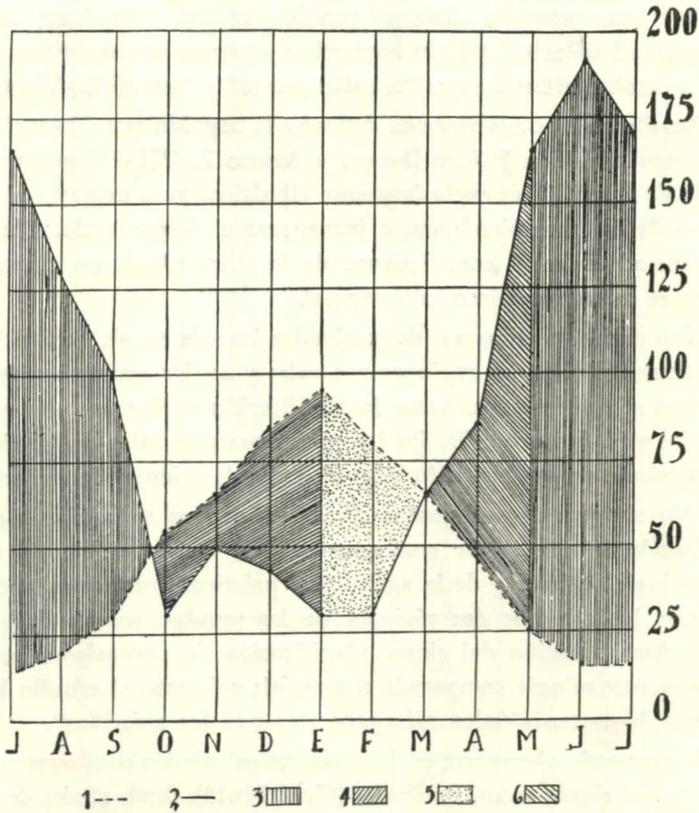
"No obstante los elementos climáticos en que se basa esta nueva clasificación, puede servir con gran eficacia a los problemas de la meteorología agrícola y de la agricultura práctica. Entre estos podemos enumerar los estudios de: régimen de las sequías, erosión hídrica o eólica, sistematización del riego, planificación de operaciones culturales, agrometeorología comparada o especial; así como el estudio bioclimático o biometeorológico más generales que los referidos".

Como puede observarse en los gráficos calculados conforme con las fórmulas del citado autor, Bariloche (Gráf. N° 15), desde el mes de mayo a fines de setiembre tiene un excedente de agua que se acumula en el suelo. De fines de setiembre a enero hay déficit de precipitación que es cubierto con el excedente acumulado en los meses anteriores, excedente que se agota en enero, determinando a partir de este momento un período de

⁷ BURGOS, J. J., y VIDAL, A. L., *Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite*, en "Meteoros", Año I, N° 1, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1951.

aridez en que las reservas están agotadas y las precipitaciones no cubren las exigencias de la evapotranspiración. Este período se prolonga hasta marzo, fecha en que las precipitaciones comienzan a ser superiores a la evapotranspiración y a reponer el déficit del período anterior, lo cual se prolonga hasta mayo.

Como vemos, los valores de rendimiento efectivo son completamente distintos a los de las precipitaciones tomadas como elementos simples y se perfila claramente no sólo un período deficiente sino tam-



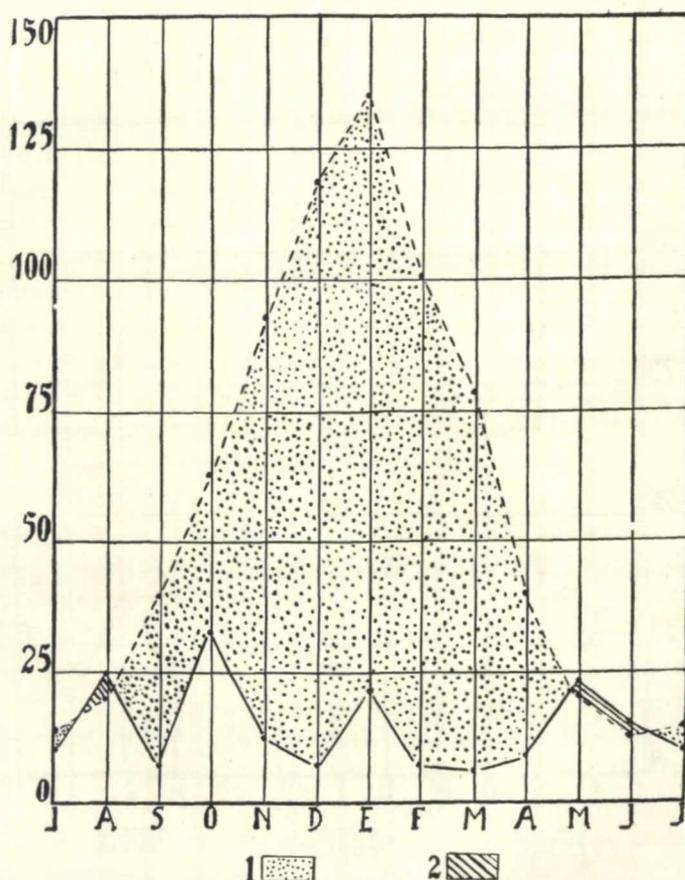
- 1 Evapotranspiración potencial
- 2 Precipitación
- 3 Exceso de agua
- 4 Humedad del suelo utilizada
- 5 Deficiencia de humedad
- 6 Reposición de humedad en el suelo

GRÁF. Nº 15

BARILOCHE

bién un exceso al cual será necesario prestarle atención por cuanto puede ser factor contraproducente desde el punto de vista bioclimático y también meramente físico.

Es evidente, según puede observarse (Gráf. N° 16), que las condiciones en Cipolletti son menos favorables que en Bariloche, desde el punto de vista de la disponibilidad de agua, puesto que en aquella las precipitaciones son inferiores a la evapotranspiración desde agosto a mayo, y desde mediados de julio a principios de agosto (casi 10 meses). Esto ocurre en Bariloche sólo de octubre a marzo (unos cinco meses),



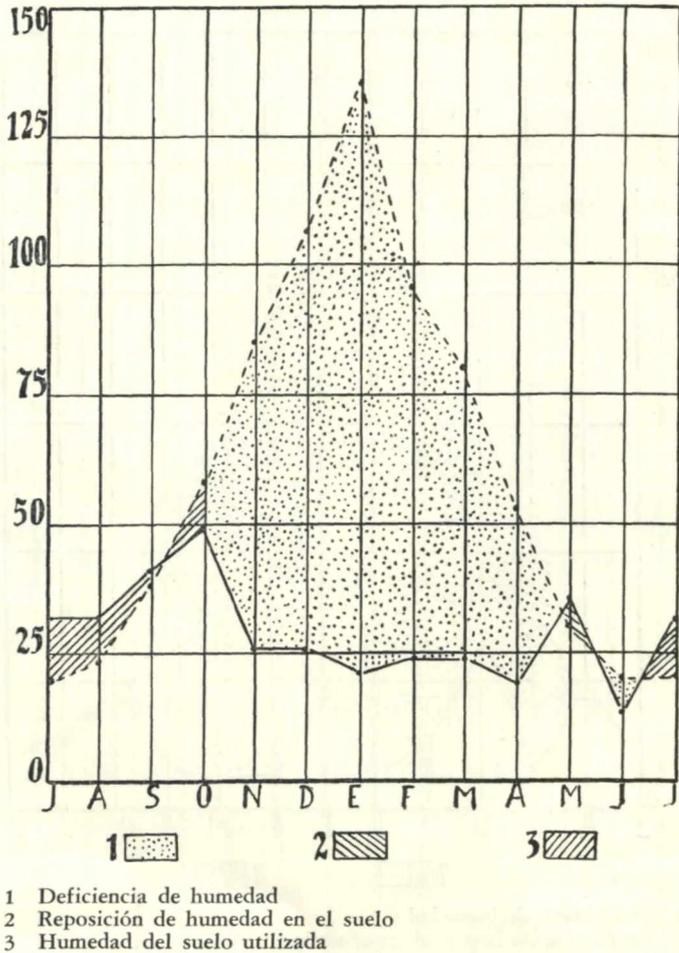
- 1 Deficiencia de humedad
- 2 Reposición de humedad en el suelo

GRÁF. N° 16

CIPOLLETTI

con la ventaja de que durante los tres primeros meses puede utilizar el agua acumulada en el suelo durante su época de exceso, que es de casi cinco meses. Durante el mes de junio y parte de agosto apenas si recibe una cantidad de agua para reponer algo de la humedad perdida.

Patagones, (Gráf. N° 17), en cambio, si bien presenta condiciones inferiores a Bariloche, está en mejor situación que Cipolletti puesto que son menos los meses en que la precipitación no alcanza a satisfacer las necesidades de la evapotranspiración (octubre a fines de marzo y sólo parte de junio y julio).



GRÁF. N° 17
PATAGONES

Entre mayo y junio se advierte un corto período de reposición de humedad en el suelo y una pequeña acumulación de agua útil que es consumida de inmediato. Desde mediados de julio a los primeros días de octubre las precipitaciones vuelven a superar a la evapotranspiración. El agua que se alcanza a acumular es consumida en el mismo mes de octubre. De todas maneras tampoco Patagones reúne condiciones favorables desde el punto de vista de la humedad y más se parece, en este sentido, a Cipolletti que a Bariloche.

La determinación fundamental a cuya obtención apunta este método es la "relación humedad" que expresa la aridez relativa de cada

mes y cuya fórmula es: $\frac{p - e}{e}$ donde p es precipitación total y e eva-

potranspiración potencial; entendiéndose por evapotranspiración potencial, según Thornthwaite "la cantidad de agua que se evaporaría de la superficie del suelo y la que transpirarían las plantas si el suelo tuviera un contenido óptimo de humedad".

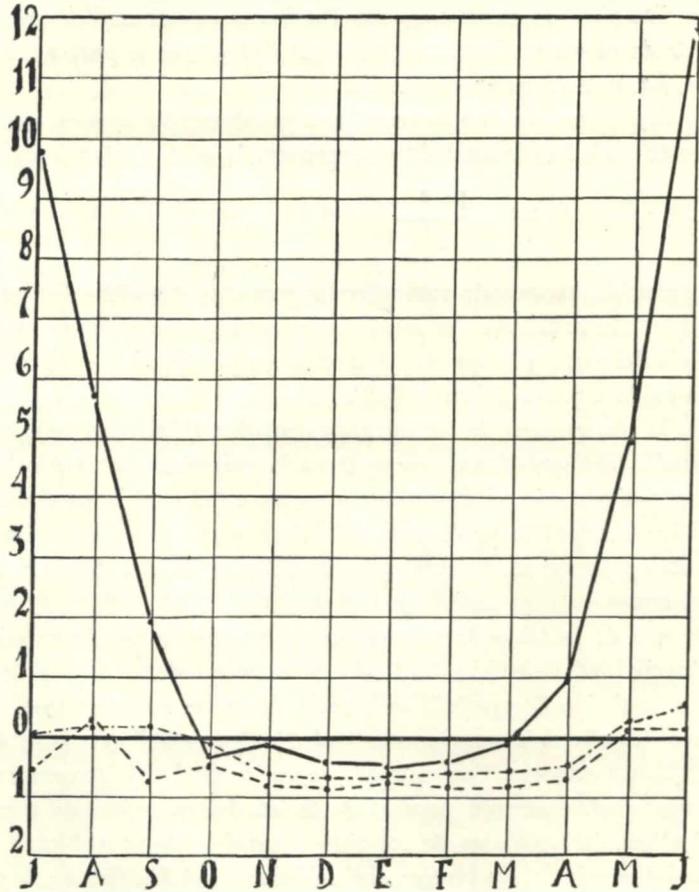
De la observación de las curvas calculadas (Gráf. N° 18), según la fórmula correspondiente, surge clara la existencia en Bariloche de un largo período que va de octubre a marzo en el cual la precipitación es deficiente, mientras en el resto del año hay exceso de precipitación. En cambio a Patagones le corresponden ocho meses deficientes y a Cipolletti nueve.

Dentro de la tabla de caracterización para la variación estacional de la efectividad hídrica, a Bariloche le corresponde un índice de aridez con "nula" o "pequeña" deficiencia de agua; mientras que a Patagones y Cipolletti le corresponde "nulo" o "pequeño" exceso de agua.

3. CONCLUSIONES. Teniendo en cuenta los distintos factores meteorológicos y la circulación general de la atmósfera, podemos concluir que el clima de los valles de los ríos Neuquén, Limay y Negro, está bajo la influencia de los centros anticiclónicos: del Pacífico en la parte S y W; y del Atlántico en el extremo NE. Asimismo distinguimos dos subregiones climáticas: una al S de Limay, con centro en Bariloche, cuyas características son de vientos moderados, con frecuencia predominantes del NW; temperaturas moderadas con tendencia al fresco, y lluvias abundantes durante todo el año.

En la segunda, correspondiente al alto valle del Neuquén y la parte central del Negro, anotamos valores muy similares entre sí en las temperaturas, puesto que la altitud de Chos Malal se ve compensada por la latitud de Cipolletti y Choele Choel. La continentalidad de esta

zona se pone de manifiesto en la gran amplitud térmica y en las heladas diarias o casi diarias. Aquí se registran anualmente las máximas y las mínimas absolutas extremas. Los vientos predominantes son los del W, aun cuando en Choele Choel notamos intercalada la influencia del



- Bariloche
- - - Cipólletti
- · - Patagones

GRÁF. N° 18
RELACION DE HUMEDAD

anticiclón Atlántico. Las lluvias son escasas y según la tensión del vapor su índice de aridez corresponde a un clima "seco".

Patagones, dentro de esta última subregión, muestra algunas pequeñas variantes. Como zona sometida a la influencia del Atlántico sus vientos predominantes son los del NE y las lluvias más abundantes en primavera y verano. Las temperaturas templadas, sin presentar la amplitud de los centros anteriores. Se nota en sus máximas y mínimas la influencia moderadora del mar. Ostenta un cielo seminublado durante todo el año y las heladas sólo son posibles durante seis meses al año.

Los valores relativos que hemos obtenido tipifican la existencia de un clima —según *temperaturas efectivas*— "desconfortable con tendencia al frío", y desde el punto de vista del *valor efectivo de las precipitaciones*, "muy árido" para todo lo que no sea el alto valle del Limay que se caracteriza por una "aridez nula" o "pequeña".

Finalmente, cualquiera sea el sistema aplicado en el análisis relativo a la efectividad de las precipitaciones, no obstante las diferencias de los métodos empleados, es evidente que sólo Bariloche tiene condiciones hídricas considerables; el resto de la zona es totalmente deficiente.