

OSCILACIONES Y TENDENCIAS TERMICAS EN PUNTA ARENAS ENTRE 1888 Y 1979 *

ENRIQUE ZAMORA M. y ARIEL SANTANA A.**

SUMARIO

Sobre la base de la temperatura media anual de los últimos 92 años en Punta Arenas, se determinan las variaciones de este parámetro en distintas series de años.

Se distinguen así cinco períodos, en los cuales las temperaturas han oscilado positiva o negativamente alrededor de la media de 6,5°C, calculada para todo el período.

Tres intervalos, 1888-1901, 1907-1931 y 1972-1979, muestran tendencias positivas, mientras que dos, 1902-1906 y 1932-1971 presentan un descenso térmico.

El estudio permite conocer la tendencia global habida desde 1888 hasta el presente.

Se discuten y comparan finalmente los resultados obtenidos con los antecedentes sobre cambios climáticos referidos a los hemisferios Norte y Sur.

ABSTRACT

Taking as a base the annual mean temperature of the last 92 years in Punta Arenas (Chile), the variations of this parameter in different series of years are determined.

Five periods in which this temperature has positively or negatively around the 6,5°C overall mean are thus identified.

Three intervals: 1888-1901; 1907-1931 and 1972-1979, show positive tendencies, while two: 1902-1906 and 1932-1971 present a thermic decrease.

The study allows the determination of the global tendency from 1888 up to the present.

The results obtained are discussed and compared with the data on climatic change referred to both the North and South Hemispheres.

INTRODUCCION

Los signos de cambios climáticos ocurridos en las últimas décadas, como también aquellos que se han venido registran-

do a través del siglo actual han suscitado gran interés a nivel mundial. Este interés se debe a que estas fluctuaciones ya sean negativas o positivas inciden notablemente en el medio ambiente, afectando a las comunidades bióticas, pudiendo causar, como consecuencia, transformaciones de orden económico y social en algunos casos irreversibles.

Gracias al incremento de los registros meteorológicos a través del mundo, ha si-

* Aceptado para su publicación en diciembre de 1979. Este estudio corresponde al Programa de Información y Documentación Climática del Instituto de la Patagonia.

** Sección Geografía, Departamento de Historia y Geografía.

do posible determinar variaciones locales y realizar estudios comparativos a nivel regional, hemisférico y mundial, con el fin de determinar si estas transformaciones son globales o si afectan con mayor o menor frecuencia a algunas áreas restringidas del planeta.

Para el Hemisferio Norte se han determinado oscilaciones climáticas recientes, basándose principalmente en antiguos registros de temperaturas y precipitaciones que abarcan, en algunos casos, alrededor de 250 años y que corresponden al período denominado "instrumental". Gracias a estos registros, que sirven de testigos para cambios más recientes, se han podido conocer fluctuaciones climáticas menores. A diferencia, para determinar las variaciones mayores, sucedidas a través de períodos largos, se ha recurrido a ciencias como la dendrocronología, la palinología y sedimentología; al estudio de niveles marinos, de la composición isotópica de núcleos de hielo y en general a todas las técnicas que puedan descifrar indirectamente la incógnita de los climas pasados (Mason, 1976).

Lamentablemente la mayor parte de los estudios sobre cambios climáticos se refieren al Hemisferio Norte, existiendo un limitado número para el Sur (Hare, 1977).

Las hipótesis sobre las causas que provocan los cambios de clima son variadas, pero tienen más peso las que señalan que éstos se deben a transtornos astronómicos, astrofísicos y geofísicos, que aquellas que suponen que las variaciones son producto directo de las fluctuaciones en gran escala de la circulación atmosférica y oceánica. Esta última hipótesis, al considerar factores que son dependientes de los anteriores, es insatisfactoria por sí sola para explicar variaciones mayores (Flohn, 1971).

Una de las hipótesis más difundidas sobre las causas de los cambios es la que se refiere a las variaciones en la actividad solar; sin embargo, a pesar que algunos autores han llegado a conclusiones que muestran correspondencia con ella, en otros análisis esta no existe, con lo cual se mantiene la incógnita de la verdadera relación causal. Eddy (1976) señala que

algunos estudios demuestran que el efecto directo del ciclo de manchas solares a corto plazo es pequeño, pero que en cambio a largo plazo esta actividad puede afectar el clima en forma global. Da como ejemplo, la prolongada ausencia de manchas en el siglo XVIII, que coincidió con el enfriamiento conocido en Europa como "la Pequeña Edad Glacial".

Lamb (1969) ha estudiado las implicaciones provocadas por la actividad volcánica en el clima a largo término y explica la importancia del polvo volcánico en suspensión en el aire y el grado de interferencia que él puede ejercer en relación con el calentamiento solar de la tierra y sobre la fuerza motriz de la circulación de la atmósfera y del océano. Establece además que el polvo volcánico puede tener un efecto significativo en latitudes altas donde puede perdurar por 10 y 15 años después de una erupción. En consecuencia se producirían variaciones térmicas e influencias sobre el clima durante un siglo o más. Reconoce, sin embargo, que el polvo volcánico por sí solo, no es el factor más importante para determinar las variaciones climáticas. Recientemente, Reitan (1974) y Hirschboeck (1976) en Damon y Kunen (1976), le han dado mayor importancia a este factor, señalando que él tiene una participación significativa en los cambios climáticos.

Otros han atribuido las variaciones a la creciente turbidez atmosférica, a causa de las actividades humanas. El dióxido de carbono y otras partículas constituirían los principales contaminantes, que estarían provocando alteraciones en la atmósfera, especialmente en el Hemisferio Norte.

Hasta el presente, sin embargo, no se puede explicar en forma aproximada cuáles son los factores precisos que influyen en los cambios climáticos y el grado de interrelación para provocarlos.

Basándose en algunas proyecciones resultantes de la confección de modelos térmicos otros autores indican que la tierra se estaría enfriando gradualmente y que es inminente el advenimiento de una nueva edad glacial; sin embargo, otros (Mason, *op. cit.*; Hare, *op. cit.*) si bien recono-

cen que existe un leve enfriamiento, niegan la posibilidad extrema de una rápida glaciación y señalan que esa idea tiene poco fundamento y cuenta con escaso apoyo empírico.

Cabe señalar, sin embargo, que se está viviendo un período cálido interglacial a nivel mundial cuya duración media en el pasado ha sido de 50.000 años. Es probable que el actual período cálido, que dura ya unos 10.000 años, dé paso a otro de clima más frío, pero según Mason no hay uniformidad de opiniones en cuanto a la magnitud y rapidez del proceso de transición.

Para la Patagonia se han realizado determinaciones climáticas en forma indirecta, a través de los estudios efectuados por Caldenius (1932), Auer (1933, 1950, 1952, 1956 y 1974) y Mercer (1965, 1968, 1970 y 1972). Este último ha prestado especial atención a las variaciones de los glaciares en los últimos milenios.

Pisano (1975), basándose en Mercer (1970), revisó los antecedentes proporcionados por estos autores y estudiando la biota magallánica desarrolló una probable cronología climática general para los últimos 675 años (de 1300 a 1975). En ella destaca los principales eventos glaciales y vegetacionales y les asigna el clima en que tuvieron lugar.

Para Patagonia no existe, sin embargo, un estudio de los últimos cien años, que permita visualizar los cambios sufridos por el clima y relacionarlos con los ocurridos en los Hemisferios Norte y Sur.

Este estudio, por lo tanto, viene a llenar este vacío de información para el extremo sur de Sudamérica, a lo menos respecto de uno de los parámetros más utilizados en la determinación de variaciones climáticas. Además puede ser el punto de partida de posteriores estudios que ayuden a determinar y a comprender el origen de las variaciones a nivel mundial.

En esta primera investigación, se determina el número de períodos que han mostrado tendencias positivas y negativas desde 1888, evaluándose además el comportamiento global de la temperatura en los últimos 92 años.

MATERIAL Y METODOS

Este estudio se basa en la información termométrica de superficie recopilada a través del Programa de Información y Documentación Climática de la Sección Geografía del Instituto de la Patagonia y que corresponde a registros realizados por diversas instituciones desde 1888 hasta el presente.

Se han tenido en cuenta especialmente los resúmenes publicados por el Observatorio Meteorológico "Monseñor Fagnano", (53° 09' S; 70° 54' O), que fue el primero en realizar registros y observaciones en Punta Arenas y en la Patagonia en forma permanente. Marabini (1904; 1909) publicó dos resúmenes, el primero correspondiente al período 1888-1902 y el segundo desde 1888 a 1907. Posteriormente Re, (1920; 1945) confeccionó otros dos resúmenes para los períodos 1888-1919 y 1919-1940.

Se utilizó también la información publicada en los Anuarios Meteorológicos de la Fuerza Aérea de Chile, correspondientes al período 1941-1970. En ellos se tomaron en consideración las temperaturas registradas en la estación de bahía "Catalina" (53 10' S; 70° 54' O).

Otra fuente de información fue el estudio realizado por Ojeda (1966) sobre el clima de Punta Arenas. En él se proporciona información del período 1952-1961 y se comparan los resultados con los de Re (*op. cit.*).

Se utilizaron además los registros termométricos de la estación climática "Jorge C. Schythe" del Instituto de la Patagonia (53° 08' S; 70° 53' O) para el período 1971-1979 y que aparecen publicados en los resúmenes meteorológicos 1972-1977; 1978 y 1979.

Con el fin de evitar los errores que pudieran existir por efectos del calentamiento urbano, debido al crecimiento de la ciudad, se utilizaron los datos de la estación "Monseñor Fagnano", situada en el centro de la ciudad, sólo desde 1888 a 1940, mientras que con posterioridad se consideraron los datos registrados en las estaciones del Instituto de la Patagonia y de Bahía Catalina, ambas situadas a 4 y 5

km al norte respectivamente de la primera estación y libres de esa alteración.

Se procesaron las temperaturas medias anuales de todas las fuentes mencionadas, obteniéndose una serie completa para los 92 años. Posteriormente se confeccionó un gráfico con estas temperaturas y a partir de él se estudiaron las tendencias positivas o negativas que presentaban algunos años, seleccionándose en consecuencia cinco períodos. Luego, y una vez definidos éstos, se determinaron los límites de los mismos, quedando como extremos terminales aquellos años que mostraban la temperatura más alta o más baja, según la tendencia.

En el caso del período II, que presenta una reducida oscilación negativa en sólo cinco años, debe señalarse que se tuvo en consideración la temperatura del año 1901, año límite del primer período y que registra la media anual más alta del siglo.

Por cada período se confeccionó también un gráfico con las temperaturas medias y la tendencia lineal resultante.

Para ajustar la tendencia lineal de las temperaturas se usó la técnica estadística de los mínimos cuadrados, usada por Maury (1969).

Para calcular el ascenso o descenso anual se usó la relación:

$$\text{Ascenso o descenso/año} = \frac{\Delta T \text{ periodo}}{n-1}$$

donde: n es el número de años del período.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se determinaron los siguientes períodos, los cuales tienen distinta duración: 1888-1901; 1902-1906; 1907-1931; 1932-1971 y 1972-1979.

La temperatura media global para el período comprendido entre 1888 y 1979 es de 6,5° C y las características térmicas de los cinco períodos con temperaturas que oscilaron positiva o negativamente alrededor de la media son los siguientes:

Período I.— Este período queda comprendido entre los años 1888 y 1901 y en él se

produce un calentamiento, elevándose la temperatura a razón de 0,05°C por año. El incremento total para los 14 años alcanzó a 0,6°C.

La temperatura media calculada en estos años alcanzó a 6,6°C, siendo superior en una décima a la media global.

En la figura 1, se aprecia que durante estos años las medias anuales permanecieron entre 5,9 y 7,3°C, con la excepción del año 1901 que alcanzó 8,4°C y que es la más alta registrada en los últimos cien años. En consecuencia, este año ha sido definido como anómalo dentro del período general.

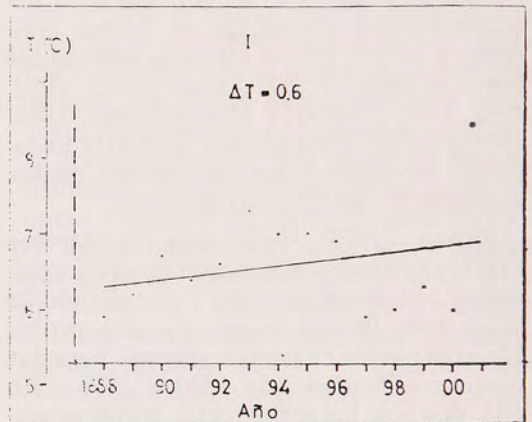


Fig. 1

Período II.— Este es un corto período que transcurre entre 1902 y 1906. En estos cinco años, la temperatura sufrió un

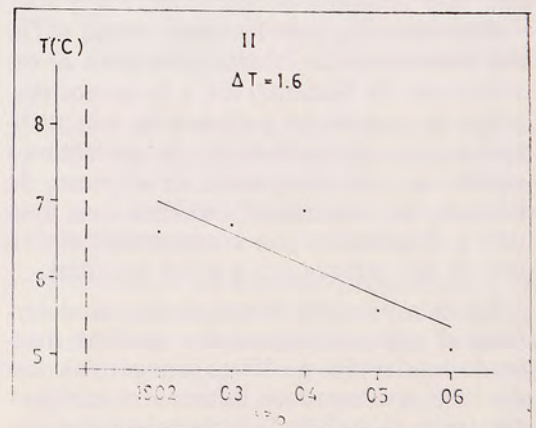


Fig. 2

notable descenso anual de $0,4^{\circ}\text{C}$, mientras que en todo el período la disminución fue de $1,6^{\circ}\text{C}$.

En estos años las temperaturas medias oscilaron entre $5,1$ y $6,9^{\circ}\text{C}$.

La media general del período alcanzó a $6,2^{\circ}\text{C}$, inferior en tres décimas con respecto a la media global.

En el año 1906, último de esta oscilación negativa, la temperatura media anual descendió a $5,1^{\circ}\text{C}$, la más baja determinada para el siglo.

Período III.— En los veinticinco años que conforman este período que se prolonga de 1907 a 1931, se determinó una tendencia térmica positiva, existiendo un calentamiento anual de $0,04^{\circ}\text{C}$ e incrementándose la temperatura en el período en $0,9^{\circ}\text{C}$.

La media anual alcanzó a $6,6^{\circ}\text{C}$, superior en una décima a la media global, igual a la del período I y superior en $0,4^{\circ}\text{C}$ a la del período II.

Las medias anuales permanecen entre $5,5$ y $7,4^{\circ}\text{C}$, siendo este último valor el segundo más alto registrado en los 92 años y el cual se presentó en 1922 y 1931.

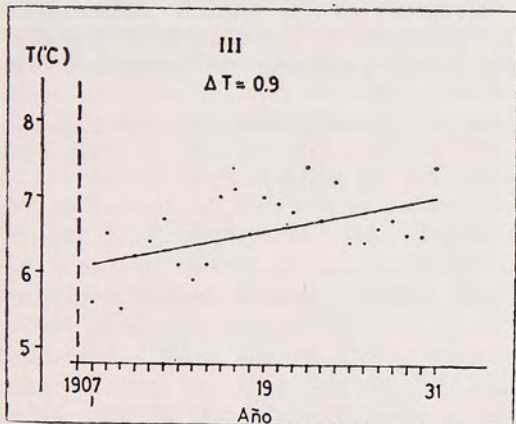


Fig. 3

Período IV.— Se determinó una tendencia negativa para el período comprendido entre los años 1932 y 1970, que muestra en estos 40 años una definida baja de las temperaturas y por lo tanto un enfriamiento.

Durante estos años la temperatura disminuyó a razón de $0,03^{\circ}\text{C}$ por año, mientras que el descenso global fue de $1,3^{\circ}\text{C}$.

La media es idéntica a la media global. Por su parte, las medias anuales permanecen entre $5,3^{\circ}\text{C}$, temperatura registrada el año 1971 y $7,3^{\circ}\text{C}$, registrada en los años 1936 y 1952 respectivamente.

En comparación al período II, en éste la tendencia lineal muestra un enfriamiento más lento y estable que alcanza su punto más bajo justamente en 1971.

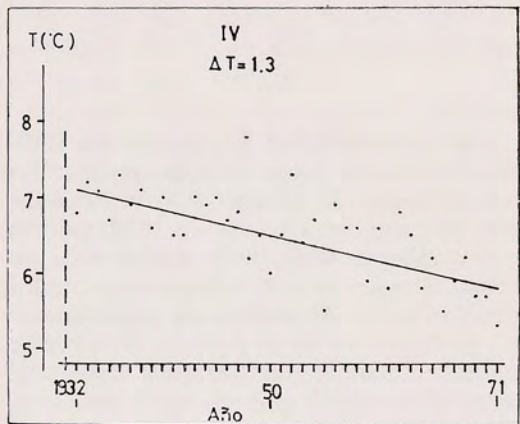


Fig. 4

Período V.— En los nueve años que conforman este último período, la tendencia térmica indica un calentamiento. Entre 1972 y 1979, la temperatura se incrementó en $0,6^{\circ}\text{C}$, idéntico al ascenso determinado para el período I, pero esta vez registrado en el lapso indicado.

La temperatura se elevó anualmente en $0,09^{\circ}\text{C}$, mientras que la media es inferior a la media global en una décima de grado.

Las temperaturas no muestran una gran amplitud como la determinada en los períodos anteriores y permanece entre 6 y $7,1^{\circ}\text{C}$.

La temperatura más alta en estos años se registró al final del período.

Los resultados obtenidos permiten concluir, que en las últimas décadas del siglo pasado se produjo un período de calentamiento climático que dio paso después a un corto intervalo de enfriamiento en los primeros años del siglo actual en los cuales el descenso térmico fue notable.

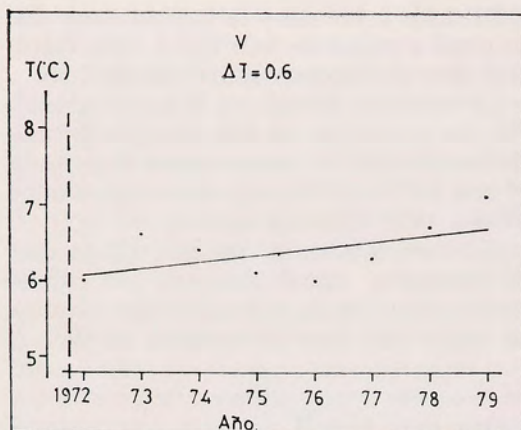


Fig. 5

Con posterioridad y a partir de 1907, transcurrió un largo período en que las temperaturas se recuperaron y ascendieron alcanzando, a partir de 1920, valores que oscilaron cerca de la media. Este ascenso térmico es el más importante de los determinados. Al período de calentamiento, le siguió un largo período de 40 años, en los cuales la temperatura descendió hasta alcanzar el mínimo en el año 1971. El enfriamiento de $1,3^{\circ}\text{C}$ no fue en estos años tan marcado como el ocurrido en el período II, pero en los años finales se registraron temperaturas tan bajas como las de la primera década de este siglo.

Desde 1970, en adelante la elevación térmica ha sido notable, alcanzando el nivel más alto el año 1979, a pesar que en la mitad de la década se produjo una oscilación térmica negativa.

En consecuencia, las oscilaciones positivas han sido en dos oportunidades de $0,6^{\circ}\text{C}$ y en una de $0,9^{\circ}\text{C}$, no superándose nunca este último valor; mientras que las oscilaciones negativas en los dos períodos han sido térmicamente más notables superando siempre 1°C de temperatura.

Al considerar la tendencia global en los 92 años, se comprueba que es negativa, puesto que ha disminuido en $0,3^{\circ}\text{C}$, (Fig. 6). Esta determinación en consecuencia, indica que el clima de Punta Arenas y probablemente el de la región, ha sufrido en los últimos cien años un enfriamiento, lo cual viene a apoyar la hipótesis que la Tierra está en un proceso de leve enfriamiento.

La comparación de los resultados obtenidos con aquellos que se refieren al Hemisferio Norte, permite determinar que el comportamiento de las tendencias ha sido similar, existiendo concordancia entre períodos de ascensos y de bajas térmicas.

Esta conclusión permite controvertir las opiniones de Brinkmann (1976), Bryson (1974) y Salinger (1976) en Hare (*op.*

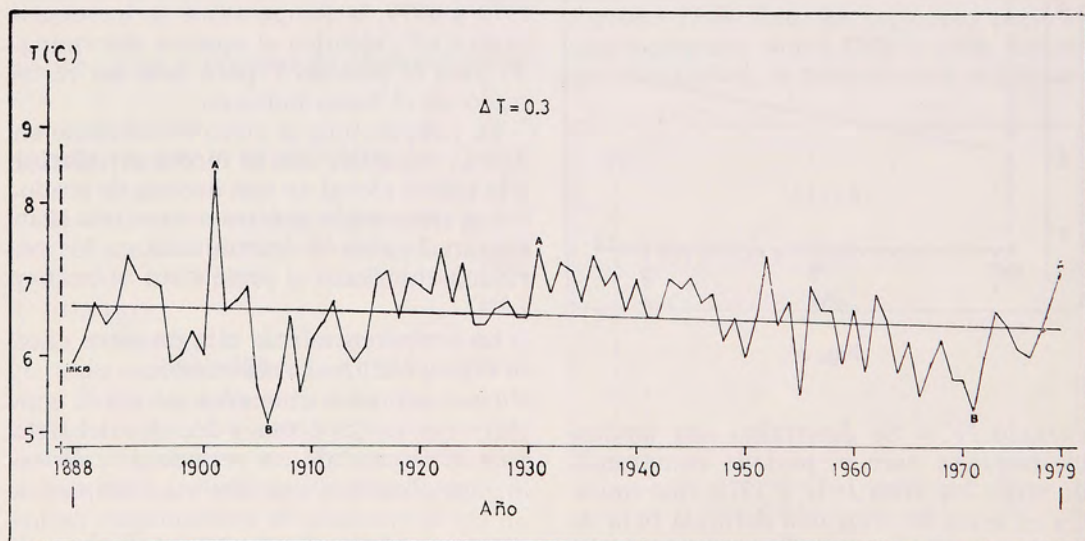


Fig. 6

cit.), quienes dudan que el Hemisferio Sur haya experimentado un enfriamiento similar al del Hemisferio Norte entre 1940 y 1965, llegando a suponer el último de los autores que ambos hemisferios han funcionado por separado en la mayor parte de este siglo. Esta apreciación, a la luz de los resultados obtenidos, no parece correcta, a lo menos para el extremo sur de Sudamérica.

Lamb, Hare, Mitchell (1970) en Lamb, (*op. cit.*) y Mason, han determinado para el Hemisferio Norte un ascenso térmico desde 1880 hasta más o menos la mitad de la década de los años 40 y que el último autor señala, como la tendencia térmica más destacada. Mitchell (en Damon y Kunen, *op. cit.*) determinó además que este calentamiento fue de cerca de $0,6^{\circ}\text{C}$; que se produjo a nivel mundial y que fue seguido por un enfriamiento neto de $0,2$ a $0,3^{\circ}\text{C}$ el cual se prolongó hasta 1970.

Las tendencias determinadas por Mitchell fueron comprobadas por Schneider y Mass (1975), en Damon y Kunen (*op. cit.*), a través de un modelo climático que consideró la energía solar, el polvo volcánico y el CO_2 , más la curva global de las temperaturas de Mitchell. Sin embargo, estos autores concluyeron que el calentamiento persistió hasta los primeros años de 1950 y que el enfriamiento se extendió hasta los años iniciales de 1960, presentándose luego un calentamiento que perdura hasta el presente. En consecuencia, se aprecia un desfase entre los períodos determinados por Mitchell y los obtenidos por Schneider y Mass. De todas formas y a pesar de este desfase, las tendencias se mantienen. Damon y Kunen obtuvieron resultados compatibles con los de Schneider y Mass. Damon (1975) en Damon y Kunen (*op. cit.*) con anterioridad había señalado que los resultados obtenidos por Mitchell, eran dudosos si se tenían en cuenta los estudios realizados por Abbot (1966) y Kondratyev (1971), los cuales tomaron en cuenta la relación entre energía y actividad solar.

Para Punta Arenas, también se ha determinado, que entre 1888 y 1945 se produjo un ascenso térmico de $0,6^{\circ}\text{C}$, existiendo una oscilación negativa intermedia.

Los autores antes citados concuerdan que luego se presentó un descenso de la temperatura, que se prolongó exactamente hasta el año 1970. Mason, supone que esta fue una variación accidental y considera a este período como uno de los más anormales de los últimos 1.000 años. Pero a la vez todos concuerdan en que a partir de 1970, el ascenso térmico es bien definido y se produce en muchas regiones del planeta.

Todas las determinaciones realizadas por estos autores para este segundo período, coinciden con los resultados obtenidos para Punta Arenas, puesto que entre 1945 y 1970 la temperatura descendió en casi un grado, $0,9^{\circ}\text{C}$.

Especial énfasis debe hacerse con respecto a la concordancia existente con la tendencia positiva de la última década. Al respecto Ratcliffe (en Mason, *op. cit.*), señala que en las zonas de las latitudes altas del Artico, se determinó una elevación de las temperaturas del aire en superficie, observándose una reducción de la cubierta de hielo y nieve y la presencia de fuertes vientos del poniente. Estas condiciones meteorológicas en consecuencia han dado lugar a algunos inviernos benignos en Europa. Schwerdtfeger (1976) ha observado también importantes cambios en el comportamiento de las temperaturas a nivel regional, a partir de 1971, a ambos lados de la península antártica.

Bryson (en Hare, *op. cit.*) observó que en este último período de calentamiento, se produjo un descenso térmico intraestadal notable en el Hemisferio Norte, en el año 1976. El mismo descenso pudo apreciarse para Punta Arenas en idéntico año, lo cual viene a corroborar la concordancia antes citada. En 1973 la temperatura media alcanzó a $6,6^{\circ}\text{C}$, decreció a 6°C en 1976 para alcanzar el valor más alto en 1979.

En consecuencia, puede concluirse que en los últimos cien años, existe cierta concordancia entre los períodos de ascenso y descenso entre el Hemisferio Norte y el extremo sur del continente americano.

Para el Hemisferio Sur, el número de estudios es limitado, sin embargo, el estudio de Damon y Kunen entrega antecedentes sobre las variaciones registradas des-

de 1955 a 1974. Al estudiar un total de 67 estaciones climáticas, se determinó que excepto para Australia y Nueva Zelanda, la tendencia general tiene notable similitud con la calculada por Schneider y Mass, para el siglo XX. Concuerdan, además, los autores en que no existe una evidencia notable de cambio climático desde el Ecuador a los 45°S de latitud, pero observan una marcada tendencia al calentamiento en las latitudes altas, alza térmica, que excede la tendencia al enfriamiento de las altas latitudes del Hemisferio Norte.

Ambos autores, estudiando los cambios según la latitud determinaron que cuatro estaciones situadas entre los 51° y 61°S de latitud: Puerto Stanley (51° 42' S; 57° 52' O) en las islas Falkland; Grytviken (54° 16' S, 36° 30' O) en las islas Georgias del Sur; islas Orcadas (isla Laurie, 60° 43' S; 44° 43' O) y en la isla Campbell (52° 33' S; 169° 07' E), muestran una pronunciada tendencia general al calentamiento entre 1943 y 1974, ascendiendo la temperatura en 0,3°C. Pero se han registrado en algunas de ellas una tendencia al enfriamiento a partir del quinquenio 1960-1964. En Puerto Stanley la temperatura disminuyó en 0,2 y en las islas Laurie y Signy (Orcadas del Sur) la baja térmica fue respectivamente de 1°C y 0,3°C.

Sin embargo, los mismos autores establecen que el número de estaciones citadas es insuficiente para establecer una tendencia zonal representativa y con el fin de llegar a conclusiones más precisas estudiaron un total de 14 estaciones entre los 45° y 90°S de latitud, incluyendo las estaciones antes citadas. Observaron que en estas estaciones la temperatura decreció en el decenio 1955-1964 en 0,12°C, incrementándose luego en 0,37°C hasta 1974. Desglosaron estaciones según su posición en latitud y concluyeron que las mismas tendencias son observadas en 8 estaciones sobre los 60°S y en 6 situadas en latitudes mayores a 65°S. En consecuencia el calentamiento siempre es más pronunciado en latitudes altas, siendo aproximadamente de 1°C sobre los 65°S.

Dan un 90% de confiabilidad para el calentamiento ocurrido entre 1960 y 1974 en aquellas estaciones situadas sobre los

60°S; mientras que se incrementa en un 95% para las estaciones situadas sobre los 65°S.

Cinco de las seis estaciones consideradas sobre esta última latitud presentan una tendencia al calentamiento desde 1960, ellas son: Base Amundsen-Scott (90° 00' S); islas Argentinas (65° 15' S; 64° 16' O); estación Mac Murdo (77° 50' S; 166° 36' E); estación Byrd (80° 00' S; 120° 00' O); bahía Halley (75° 31' S; 26° 36' O). Esta tendencia al calentamiento es dominante en la estación Mac Murdo con 2,1°C; en las islas Argentinas con 1,9°C; en la estación Byrd con 1,8°C y en la bahía Halley donde el incremento es de sólo 0,4°C.

Sólo la estación Mawson situada en una latitud alta (67° 36' S; 62° 53' E), ha mostrado una tendencia al enfriamiento desde 1960, la cual se prolongó hasta 1969, dando paso a un ascenso de las temperaturas en los años siguientes.

Por lo tanto son las estaciones, Mawson; Puerto Stanley, en las islas Falkland, y en las islas Laurie y Signy, todas al sur de los 45°S donde se presenta una tendencia al enfriamiento a partir de 1960.

Schwedtfeger (*op. cit*) confirma las variaciones determinadas por Damon y Kunen, específicamente para el área de la península antártica. Explica que desde 1940 a 1970, las variaciones térmicas a ambos lados de ella eran similares. La estación en las islas Argentinas presentaba temperaturas tan bajas como la antigua estación argentina de las islas Orcadas. Sin embargo anota que a partir de 1971, en estas últimas islas la temperatura promedio anual es inferior a la registrada en la primera estación, alcanzando esta baja en los últimos cinco años un promedio de 2°C y de más de 3°C en los inviernos de igual período. La transformación queda corroborada por los registros realizados en la isla Adelaida en el mar de Bellingshausen y en las estaciones argentinas, Matienzo, Petrel y Esperanza, situadas en el sector noroccidental del mar de Weddell.

El mismo autor confirma sus observaciones climáticas con las variaciones habidas en la cubierta de hielo entre la isla Adelaida y más o menos los 68,5°S de latitud, incluyendo a la bahía Margarita a

partir de 1971. Desde esa fecha esta área geográfica ha permanecido libre de hielo cada verano por un lapso de dos o tres meses. Heap (1964) en Schwerdtfeger (*op. cit.*) con anterioridad había explicado las enormes dificultades que significaba llegar a estos lugares en años anteriores.

Damon y Kunen piensan que el calentamiento observado en algunos lugares para el período 1943-1974, no debe ser necesariamente definido como de carácter "global", y que el enfriamiento determinado en otras partes en el mismo período tampoco debe de recibir este calificativo.

El enfriamiento parece según los antecedentes disponibles, estar limitado a parte del Hemisferio Norte y a algunos sectores del Hemisferio Sur, tales como Africa subecuatorial, donde entre 1943 y 1963 se produjo un enfriamiento de 0,16°C, y al cual siguió un nivelamiento térmico entre 1963 y 1974, y para el extremo sur de Sudamérica.

Según Van Loon y Williams (1976) en Damon y Kunen, las diferentes tendencias regionales se deberían a un sistema de flujos u ondulaciones de la atmósfera.

Por lo tanto y resumiendo, la estación de Punta Arenas, tomada como representativa para el extremo sur de Sudamérica, presenta tendencias térmicas para los últimos cien años concordantes especialmente por su exactitud con el Hemisferio Norte y secundariamente con el Sur.

Con respecto al Hemisferio Sur, a pesar que existe similitud entre las tendencias registradas para Punta Arenas y para las estaciones situadas entre los 45° y 90°S, y especialmente con aquellas situadas en latitudes mayores a los 60°S, se produce un desfase. Para estas latitudes se ha determinado un enfriamiento entre 1955 y 1964 y un posterior calentamiento desde 1964 en adelante, mientras que en Punta Arenas, el período de enfriamiento llega justo hasta el año 1970, iniciándose luego el conocido período de calentamiento. Sólo la estación Mawson muestra una tendencia que se ajusta con bastante precisión a la del extremo sur de Sudamérica, al iniciarse el ascenso térmico justo en 1970. Schwerdtfeger con su observación sobre

las variaciones térmicas producidas en las últimas décadas y con la definición de un cambio notable a partir de el inicio del último decenio viene a apoyar la existencia de una similitud de tendencias para distintos puntos del área de la península antártica y de Punta Arenas. Por otra parte, y a pesar del desfase, también existiría concordancia en la periodicidad con los cambios determinados para el Africa subecuatorial.

Es importante establecer, sin embargo, que si bien existe similitud entre los períodos y las tendencias, se producen diferencias y analogías en el rango de las variaciones. Por ejemplo, Hare y Mitchell se refieren a un ascenso térmico de 0,6°C entre 1880 y 1940 para el Hemisferio Norte y para todo el planeta. Este valor concuerda exactamente con el calculado para Punta Arenas entre 1888 y 1940. Tiene importancia además, puesto que Mason lo señala como una de las tendencias más destacadas. Notable similitud se presenta también con la tendencia entre 1970 y 1979 en cuanto a la periodicidad, no así en el rango de la variación, la cual es muy variable en las distintas estaciones estudiadas. Por su parte el enfriamiento determinado entre 1940-45 a 1970, es superior para Punta Arenas que para el Hemisferio Norte, para Africa subecuatorial y para el planeta.

LITERATURA CITADA

- ANUARIOS METEOROLOGICOS. 1943-1970. Oficina Meteorológica de la Fuerza Aérea de Chile. Santiago. Chile.
- AUER, V. 1933. Verschiebungen der Wald-und Steppengebiete Feurland in Postglaziales Zeir. *Act. Geogr.* 5. 2: 1-313.
- AUER, V. 1950. Las capas volcánicas como base para la cronología postglacial de Fuego Patagonia. *Rev. Inv. Agr.* III. 2. Buenos Aires. Argentina.
- AUER, V. 1952. The Pleistocene and Postglacial period in Fuego Patagonia. *Wissen. Ergeb. der. Finn. Exp. Pat.* 1937-38. II. 1-20. Helsinki.
- AUER, V. 1956. The Pleistocene of Fuego Patagonia. I. The Ice and Interglacial Ages. *Acad. Sci. Fenn. Ann. Ser. A.* III. Geol. Geogr. 45. 226 pp.

- AUER, V. 1974. The Isorhythmicity subsequent to the Fuego Patagonian and Fennoscandian ocean level transgression and regression of the latest glaciation. *Ann. Acad. Sci. Fenn. A. III. Geol. Geogr.* 115. 88 pp.
- CALDENIUS, C., C. 1932. Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. *Geogr. Ann.* 14: 1-164.
- DAMON, P.E. y S. M. KUNEN. 1976. Global Cooling? *Science*. 193. (4252): 447-453.
- EDDY, J. A. 1976. Sunspots. *Natural History*. 85 (9): 63-65.
- FLOHN, H. 1971. I. Theories of climatic change from the viewpoint of the global energy budget. *Arbeiten zur Allgemeinen Klimatologie Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt.* 244-253 p.
- HARE, F., K. 1977. ¿Está cambiando el clima? *Mazingira*. 1. PNUMA. Pergamon Press. 18: 29.
- LAMB, H.H. 1969. Activité volcanique et climat. *Rev. Géograph. Géol. Dynamique*. 11 (3):363-380. París.
- LAMB, H.H. 1974. Reconstrucción de los sucesos climáticos del pasado. *Endearvour*. 33. (118): 40-47.
- MARAVINI, P. 1904. *Resumen de las observaciones de quince años. (1888-1902)*. Observatorio Meteorológico del Colegio Salesiano San José. Punta Arenas. Chile.
- MARAVINI, P. 1909. *Resumen de las observaciones meteorológicas de veinte años. (1888-1907)*. Observatorio Meteorológico del Colegio Salesiano San José. Punta Arenas. Chile.
- MASON, B., J. 1976. Naturaleza de los cambios climáticos y su predicción. *Endearvour*. 35 (125): 51-57.
- MAURY, R. 1970. Les oscillations climatiques en Touraine depuis 1891. *Norv. Rev. Géogr. Oest. Atlantico Norte*. 67: 412-420.
- MERCER, J.M. 1965. Glacial variation in Southern Patagonia. *Geogr. Rev.* 50. (3): 390-413.
- MERCER, J.M. 1968. Variation of some Patagonian Glaciers since the Late-Glacial. *Am. Jour. Sci.* V. 266: 91-109.
- MERCER, J.M. 1970. Variation of some Patagonian Glaciers since the Late-Glacial II. *Am. Jour. Sci.* V. 269: 1-25.
- MERCER, J.M. 1972. Chilean Glacial Chronology 20000 to 11000 Carbon 14 years ago. Some global comparisons. *Science* 176: 1118-1120.
- RE, J. 1920. *El clima de Punta Arenas. 32 años de observaciones meteorológicas (1888-1919)*. Observatorio meteorológico "José Fagnano". Punta Arenas. Chile.
- RE, J. 1945. *El clima de Punta Arenas. 21 años de observaciones meteorológicas (1919-1940)*. Observatorio meteorológico "José Fagnano" Punta Arenas. Chile.
- RESUMEN METEOROLOGICO. 1972-1977. Estación climática "Jorge C. Schythe". *Ans. Inst. Pat. Punta Arenas (Chile)*. 8 (1): 391-399.
- RESUMEN METEOROLOGICO. 1978. Estación climática "Jorge C. Schythe". *Ans. Inst. Pat. Punta Arenas. (Chile)*. 9 (1): 233-236.
- RESUMEN METEOROLOGICO. 1979. Estación climática "Jorge C. Schythe". *Ans. Inst. Pat. Punta Arenas (Chile)*. 10. (1): 245-250.
- SCHWERDTFEGGER, W. 1976. Anual temperature and ice condition changes in the Antarctic Peninsula Area. *Ant. Jour.* 11 (3): 152.