

ESTUDIO DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN EL NOROESTE DE PATAGONIA DURANTE LOS ULTIMOS TREINTA AÑOS

Scarpati, Olga Eugenia^{1(*)}; Puga, Yamile²; Salaverry, Edgardo²
1 - *Fahce, UNLP y CONICET* | (*) Argentina 2 - *Fahce, UNLP*

Resumen:

Este trabajo se encuentra encuadrado en el proyecto “Actualización del conocimiento geográfico para el desarrollo económico social del Noroeste de Patagonia” de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de la temperatura del aire en el noroeste patagónico, a lo largo de los últimos treinta años.

La región elegida se ubica en la Patagonia argentina y representa una de las más activas en lo que hace al desarrollo de la fruticultura de pomoideas y nectarinas.

Se analizan con métodos estadísticos, las temperaturas máximas y mínimas diarias de las localidades: Neuquén, San Carlos de Bariloche, Maquinchao y Esquel, siendo los datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.) para el período comprendido entre 1977-2006.

Las localidades Esquel, Bariloche, Maquinchao y Neuquén están ubicadas en el Noroeste patagónico próximas a la cadena andina pero con diferente grado de influencia oceánica pacífica. Mientras las dos primeras ciudades se localizan sobre una angosta franja al pie de la cordillera, las otras dos se ubican dentro de lo que se denomina meseta patagónica. Cabe destacar que entre Esquel y Neuquén existe una extensión de tres grados latitudinales. Las dos localidades meridionales son Bariloche y Esquel, las cuales se hallan ubicadas dentro de la misma faja longitudinal (71° W); una distancia latitudinal entre ambas de 1° 48' S y 51 m.s.n.m. de diferencia a favor de San Carlos de Bariloche.

Los autores consideran que los estudios mesoclimáticos son de suma importancia, dado es necesario discernir cuando una anomalía en uno de los componentes del sistema climático es lo suficientemente importante como para alterar el equilibrio global del mismo. Se estudiaron y calcularon las temperaturas medias, máximas y mínimas, y con métodos estadísticos se obtuvieron las tendencias y el cálculo de la regresión.

Se procedió al análisis de los valores de temperatura del mes más cálido (enero) y del mes más frío (julio) para cada una de las estaciones meteorológicas estudiadas, llegándose a los siguientes resultados:

Dentro del período analizado, los valores de julio para Esquel fluctúan entre 0° y -5° C y los de enero fluctúan en la faja limitadas por las temperaturas de 20° y 25° C. Para la ciudad de San Carlos de Bariloche los valores en julio muestran una oscilación entre 0° y -2° C, (solo en 1989 los valores descienden a los -6° C). Las temperaturas de enero presentan valores promedios cercanos a los 25° C y en años excepcionales estos sobrepasan dicho valor. En Neuquén los valores de julio de las temperaturas son más elevados que para las estaciones citadas anteriormente, acompañando el lineal desarrollo de los 0° C para todo el período, con fluctuaciones en pocas décimas de grado por encima y debajo de este valor. Mientras que en enero oscilan entre los 30° y 35° C, mostrando un desarrollo uniforme a lo largo de los tres decenios que pone de manifiesto una diferencia de 10° C para estos promedios con respecto a las ciudades de Esquel y Bariloche.

Maquinchao, situada sobre la misma faja longitudinal que Neuquén, desarrolla la fluctuación de sus valores de julio sobre la faja de los -5° C y en enero la temperatura varía entre los 25° y 29° C, mostrando una fuerte influencia de la altura sobre la que se encuentra ubicada.

Se puede concluir que al estudiar las temperaturas medias del mes más frío y del mes más cálido, salvo algunas oscilaciones anuales, la tendencia a lo largo del período mantuvo su despliegue uniforme.

Así, la observación de las marchas térmicas a lo largo de treinta años mostró una secuencia uniforme sin fluctuaciones relevantes, manteniendo su despliegue dentro de valores cercanos a la media.

7-Procesos de la interacción sociedad-naturaleza

Introducción

Con este trabajo se pretende realizar una actualización del comportamiento de la temperatura del aire en una región de la Patagonia argentina.

Intentamos relacionar el fenómeno de Cambio Climático, que tuvo sus primeras evidencias científicas durante la década del '60 del siglo pasado cuando se identificaron crecientes concentraciones de Dióxido de Carbono en la atmósfera, con un consecuente incremento de las temperaturas medias en superficie.

La presencia de Dióxido de Carbono se da en forma natural en la atmósfera al igual que el efecto invernadero que permite la vida en la Tierra, pero la combustión de carbón, petróleo y

gas natural lleva a liberar el carbono almacenado en estos combustibles fósiles a gran velocidad, incrementando las concentraciones de este gas a nivel atmosférico y potenciando sus efectos.

Las actividades industriales a nivel global contribuyeron a aumentar de manera sustancial los volúmenes de este y otros “gases de efecto invernadero” en la capa gaseosa que rodea al planeta, impidiendo que la radiación infrarroja escape directamente de la superficie hacia el espacio exterior.

Los principales “gases de efecto invernadero” (GEI) son: el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, los halocarbonos (compuestos de origen antrópico que contienen carbono y halógenos como cloro, bromo e hidrógeno), sus combinaciones y otros gases industriales creados por el hombre.

Ante estas evidencias, en 1979 se llevó a cabo la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima donde quedó manifiesta la influencia de la actividad humana sobre el clima y su impacto sobre el medio natural y social.

Años después surge la necesidad de contar con un órgano científico para la evaluación de estos problemas, dando lugar en 1988 a la creación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) bajo el auspicio de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

La función del IPCC es analizar de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones, posibilidades de adaptación y mitigación.

Como el cambio climático abarca tantos temas, es que el IPCC cuenta con una variedad de expertos de numerosas disciplinas que incluyen especialistas en clima, biólogos, economistas, sociólogos, geógrafos, etc.

Según el Informe Síntesis elaborado por el IPCC en Reino Unido en septiembre de 2001, “las concentraciones atmosféricas de los principales gases antropogénicos de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el ozono (O₃) troposférico, alcanzaron los niveles más altos jamás registrados durante la década de 1990, debido principalmente al consumo de combustible fósiles, la agricultura y el cambio en el uso de las tierras”.

El incremento de los valores de estos gases a nivel atmosférico tuvieron directa incidencia sobre el incremento de la temperatura media mundial de la superficie terrestre en 0,6 +/- 0,2° C durante el siglo XX (a razón de 0,3° C por década), con el consecuente aumento de los días calurosos, y una disminución de días fríos o con presencia de heladas.

Este informe insiste que se trata de un problema a largo plazo y persistente, es decir que aún cuando las emisiones no aumentaran y mantuvieran su ritmo, el grado de concentración a nivel atmosférico sufrirá un incremento en los siglos venideros.

Dentro de esta temática, otro antecedente destacado es el trabajo realizado por la Oficina Regional para América Latina y el Caribe (PNUMA) y la Secretaría de Recursos Naturales y Medioambiente (SEMARNAT) en el año 2006 el cual afirma que “el clima varía naturalmente (variabilidad climática) lo que hace difícil identificar los efectos de los gases de efecto invernadero. Sin embargo las pautas de las tendencias de las temperaturas en los últimos decenios, se ajusta a las pautas de calentamiento por gases de efecto invernadero previstas por los modelos de simulación. De todas maneras el informe advierte la existencia de muchas incertidumbres al respecto.

En el año 2007 el IPCC realizó un nuevo informe, esta vez en Valencia, España, el cual afirma que de los últimos doce años (1995-2006) once figuran como los más cálidos, en lo que respecta a la temperatura mundial.

Este aumento está distribuido en todo el planeta, aunque es más acentuado en latitudes septentrionales superiores.

Este aumento de temperatura afectaría según dicho informe, a la gestión agrícola y forestal en latitudes superiores en el Hemisferio Norte; a la salud humana y a diferentes actividades humanas (caza, turismo etc.)

A escala regional:

- el calentamiento sería máximo sobre tierra firme, en latitudes septentrionales altas y mínimo sobre el océano Austral y parte del Atlántico Norte.

- contracción de la superficie cubierta de nieve, disminución del permafrost y menor extensión de hielo marino.

- muy probablemente aumenten los valores extremos cálidos y olas de calor

- Probablemente aumenten la intensidad de los ciclones tropicales.

- muy probablemente aumenten las precipitaciones en latitudes altas y probablemente disminuyan en las áreas terrestres subtropicales.

Ante todos estos cambios el informe sostiene que la capacidad adaptativa está íntimamente conectada con el desarrollo social y económico, pero no se distribuye igual en las diferentes sociedades, ni en el seno de éstas.

Este informe expresa un mayor grado de confianza respecto a las evaluaciones anteriores, que la mayor parte del calentamiento observado durante el medio siglo pasado es causada por actividades humanas (con un 90% de certeza).

Los informes del IPCC son criticados por algunos científicos, y organizaciones dedicadas al “cambio climático”, los cuales sostienen que “Nadie puede demostrar que el cambio climático se deba a efecto antropogénico. La ONU sólo se basa en suposiciones y simulaciones por

ordenador, pero eso no es ciencia, es una *simulación científica*, es política teñida de dinero y creencias especulativas” (Carlos Campos Nieto en www.cambioclimatico.org)

Además el IPCC, no dice nada acerca de que la capa de hielo en la Antártica aumenta, en la Plataforma de Ross el hielo aumenta tras 6000 años de deshielo holoceno (Joughin & Tulaczyk, 2002) como así también algunos glaciares en Sudamérica. El informe no explica las olas de frío que arrecian en todo el mundo.

Los que no están de acuerdo con el informe del IPCC sostienen que el cambio climático al cual asistimos no es consecuencia de efectos antropogénicos sino a que el planeta va en camino ha un nuevo período glacial.

Asistimos a una lucha de intereses económicos por el uso de la energía, el petróleo frente a energías renovables.

En diciembre de 2007 se realizó en Bali (Indonesia) una reunión donde todos los países miembros de Naciones Unidas (incluido EEUU) discutieron sobre el futuro del Protocolo de Kyoto después de 2012. De dicha reunión surge el Mandato de Bali el cual debe articularse sobre criterios claves tales como reducciones drásticas de las emisiones de CO₂ de los países industrializados; incorporar a los países en vías de desarrollo en el sistema de comercio de emisiones de Kyoto; un fondo para llevar a cabo una revolución energética basada en las energías renovables y la eficiencia energética; la reducción de emisiones de CO₂ debidas a la deforestación, y la indemnización de los impactos del cambio climático que ya no pueden ser evitados, especialmente en los países en vías de desarrollo.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de la ONU tiene la vista puesta en la Cumbre de Copenhague del próximo año en la que se debe aprobar un nuevo protocolo que sustituya al de Kyoto en 2012.

Según Cuadrat y Pita (2000) sólo podemos hablar de cambio climático cuando la diferencia existente a lo largo de un período de observación (al menos treinta años) es significativa estadísticamente, para lo cual debemos encontrar alguna anomalía, es decir, cuando los parámetros de un serie climática, varían en un período corto y tras ella se restauran las condiciones habituales, independientemente de la intensidad que pueda ser la variación.

De ello se desprende que para hablar de cambio climático es necesario discernir cuando una anomalía en uno de los componentes del sistema es lo suficientemente importante como para alterar el equilibrio global del mismo.

Creemos que son de suma importancia los estudios mesoclimáticos, dado que los modelos de circulación general de la atmósfera aún no son suficientes para explicar los cambios a escala regional.

Con este trabajo se intenta una actualización del conocimiento de las marchas de la temperatura del aire en una región del país que representa una de las más activas en lo que hace al desarrollo de la fruticultura de pomoideas y nectarinas.

El área seleccionada en el presente trabajo se centra en cuatro localidades importantes y significativas por la recolección de datos a lo largo de tres decenios y por contar con estaciones meteorológicas que no fueron trasladadas durante el periodo analizado, lo que podría alterar los valores térmicos y por ende los resultados.

Estas localidades son: Esquel, Bariloche, Maquinchao y Neuquén ubicadas en el Noroeste patagónico próximas a la cadena andina pero con diferente grado de influencia oceánica pacífica. Mientras las dos primeras ciudades se localizan sobre una angosta franja al pie de la cordillera, las otras dos se ubican dentro de lo que se denomina meseta patagónica. Cabe destacar que entre Esquel y Neuquén existe una extensión de tres grados latitudinales.

Las dos localidades meridionales son Bariloche y Esquel, las cuales se hallan ubicadas dentro de la misma faja longitudinal (71° W); una distancia latitudinal entre ambas de $1^{\circ} 48'$ S y 51 m.s.n.m. de diferencia a favor de San Carlos de Bariloche.

Teniendo en cuenta la clasificación climática que realizó el Atlas Total (1981), estas dos localidades estarían comprendidas dentro del área dominada por el clima templado subhúmedo andino, cuyas características más destacadas se centran en el decrecimiento de las precipitaciones de W a E, con valores medios anuales entre los 800 y 600mm respectivamente y la prevalencia de una significativa amplitud térmica que permite el desarrollo de especies del bosque, asociadas a la estepa.

Las otras localidades ubicadas más al E de la subregión, son Maquinchao y Neuquén, ubicada en la faja longitudinal de los 68° W, a 888 m.s.n.m. y 271 m.s.n.m. respectivamente.

La ubicación geográfica del área queda, según el Atlas Total (1981), dentro de la región de clima templado semiárido de meseta, el cual toma características más continentales, con escasa influencia oceánica, una drástica disminución de las precipitaciones medias anuales (menos de 300 mm anuales) y una importante amplitud térmica anual.

Si tenemos en cuenta la subregión como área de estudio y analizamos el comportamiento de las temperaturas, podemos observar importantes diferencias de los valores medios entre cada una de las localidades debido a sus diferencias latitudinales, longitudinales y geomorfológicas.

La diferencia latitudinal entre la localidad más septentrional y la más meridional, pierde relativa importancia, por la fuerte influencia que ejerce sobre las temperaturas, el basamento geomorfológico sobre el que se encuentran asentadas.

Si analizamos la altura con respecto al nivel del mar, observamos que excepto Neuquén que se ubica a 271 m.s.n.m., las restantes localidades están promediando los 800 m de altura.

Las diferencias geomorfológicas determinan para las localidades de Bariloche, Esquel y Maquinchao que se encuentran ubicadas en proximidades al sistema de los Andes a una mayor altura sobre el nivel del mar que Neuquén, localizada en plena meseta patagónica.

Por otro lado, el desarrollo longitudinal de la región muestra una clara disminución de la influencia oceánica del Anticiclón del Pacífico Sur desde el sector andino hacia el Este, que en nuestra área de estudio abarca las fajas de 71° y 68° W respectivamente. Al analizar el comportamiento de las temperaturas máximas medias y mínimas medias de las localidades pudimos observar que las estaciones ubicadas sobre la faja más occidental (71° W) presentan menor amplitud térmica por esta influencia oceánica, que las estaciones situadas al Este sobre la faja de los 68° W donde la amplitud térmica supera los 30° C.

Cabe destacar que la localidad con mayor amplitud térmica es Neuquén manifestando una fuerte influencia de los tres factores descriptos anteriormente con respecto a las localidades estudiadas, está ubicada a menor latitud (38° 57' S), se encuentra asentada a menor altura sobre el nivel del mar y presenta características de mayor continentalidad en el comportamiento de sus rangos térmicos.

Como otros antecedente para el análisis de la evolución de las marchas de las temperaturas en el periodo estudiado, se tuvo en cuenta las estimaciones realizadas en estudios precedentes referentes al Cambio Climático Global cuyas proyecciones en la tendencia de la temperatura mensual para el año 2030 estiman un posible cambio en el comportamiento de las mismas dentro de la región (Scarpati (1997 y 1998) y Scarpati y Faggi, (1996)).

Objetivos

- Estudiar y analizar la evolución de las marchas térmicas en el noroeste de Patagonia a lo largo de los últimos treinta años.
- Analizar temperaturas máximas y mínimas de las localidades de San Carlos de Bariloche, Esquel, Neuquén y Maquinchao, para las últimas décadas y para las estaciones verano e invierno.
- En base a investigaciones previas sobre variabilidad climática demostrar la existencia o no del fenómeno en dicho recorte territorial.

Materiales y métodos

Para el estudio de la marcha de las temperaturas a escala mesoclimática se tomaron los datos de temperaturas máximas y mínimas para el período 1980-2006, suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional (S. M. N.), de cuatro estaciones meteorológicas elegidas por su ubicación significativa dentro del área de estudio:

La Figura 1 permite observar la ubicación de las cuatro localidades analizadas

Estación	Latitud	Longitud	Altura (m)	Período
Bariloche Aero	42° 06' S	71° 10' W	836	1980-2006
Esquel	42° 54' S	71° 09' W	785	1980-2006
Neuquen Aero	38° 57' S	68° 08' W	271	1980-2006
Maquinchao	41° 15' S	68° 44' W	888	1980-2006

Los datos recibidos de este organismo eran temperaturas máximas y mínimas diarias, de ellos fueron procesados los correspondientes a las temperaturas máximas diarias de los meses de enero y los valores de las temperaturas mínimas de julio, por considerarlos representantes del mes más cálido y de mes más frío. Con ello, se analizó el comportamiento de las temperaturas de las estaciones verano e invierno.

Una vez obtenidas las marchas térmicas, se diagramó para cada caso la ecuación que más se aproxima a la representación de las fluctuaciones que se presentaron en el período estudiado. Se eligieron ecuaciones polinómicas y se calcularon en cada caso el valor de R^2 . Además, se utilizó el Test de Mann - Kendal para definir si los resultados eran significativos estadísticamente.

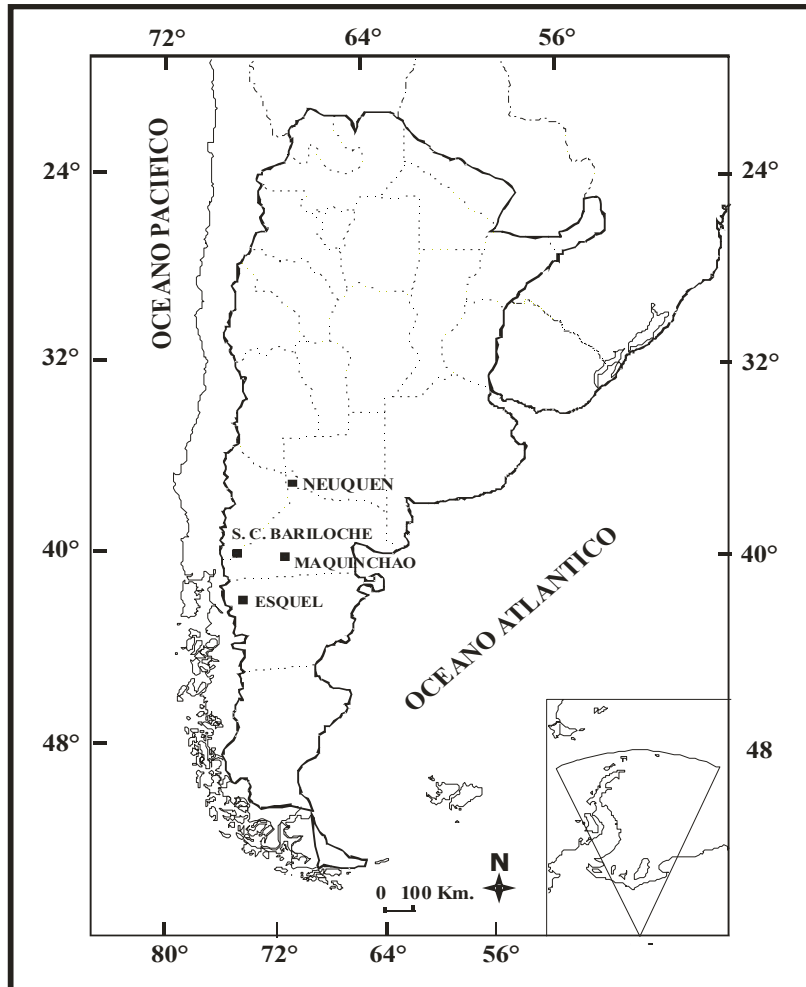


Figura 1. Ubicación de las cuatro localidades analizadas.

Resultados y Discusión

Las figuras 2, 3, 4 y 5 permiten observar el comportamiento de las temperaturas del aire correspondientes a los valores diarios de los registros máximos diarios de enero en Neuquén, San Carlos de Bariloche, Esquel y Maquinchao.

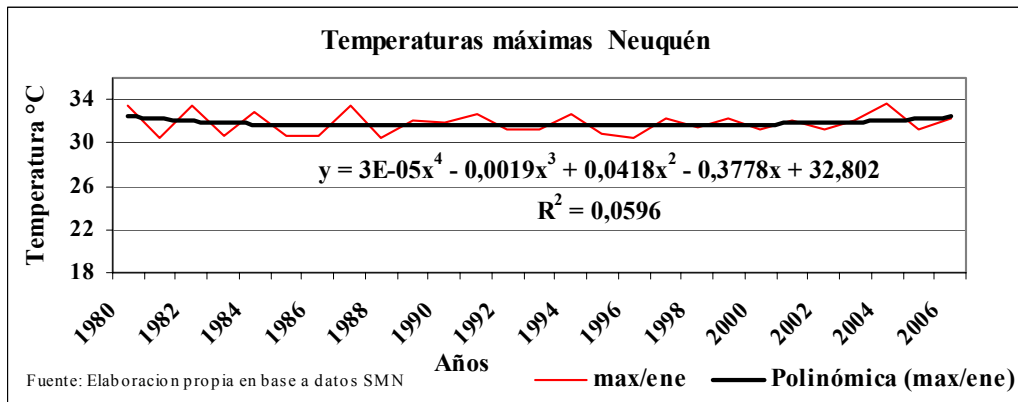


Figura 2: Marcha de los valores de las temperaturas máximas diarias de enero en Neuquén.

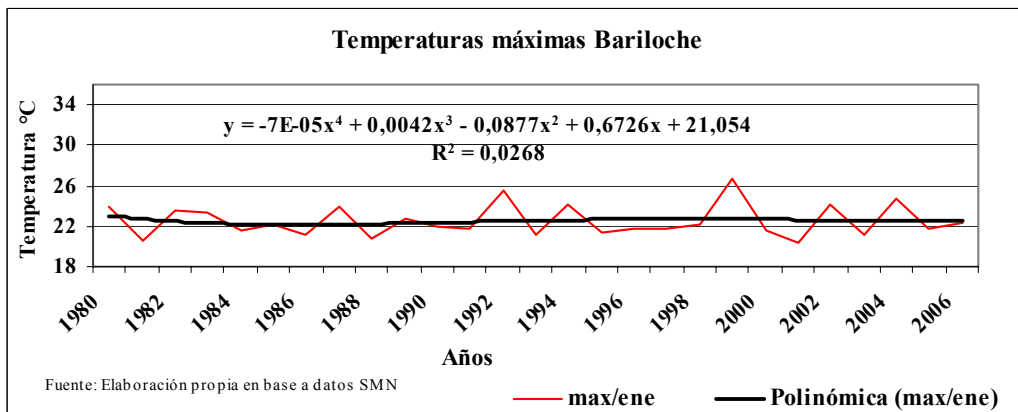


Figura 3: Marcha de los valores de las temperaturas máximas diarias de enero en San Carlos de Bariloche.

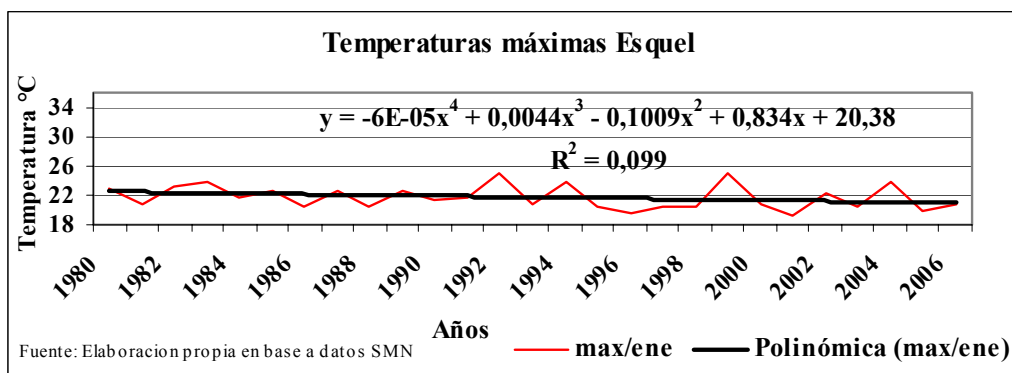


Figura 4: Marcha de los valores de las temperaturas máximas diarias de enero en Esquel.

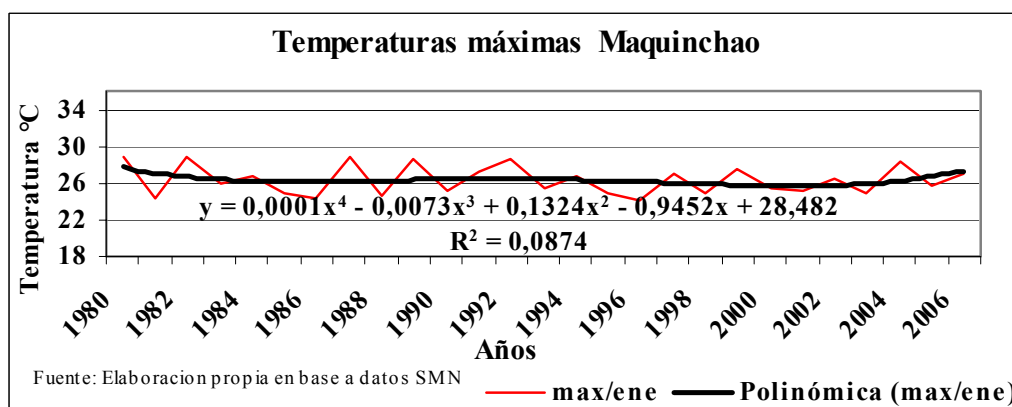


Figura 5: Marcha de los valores de las temperaturas máximas diarias de enero en Maquinchao.

Las figuras 6, 7, 8 y 9 permiten observar el comportamiento de las temperaturas del aire correspondientes a los valores diarios de los registros mínimos diarios de enero en Neuquén, San Carlos de Bariloche, Esquel y Maquinchao.

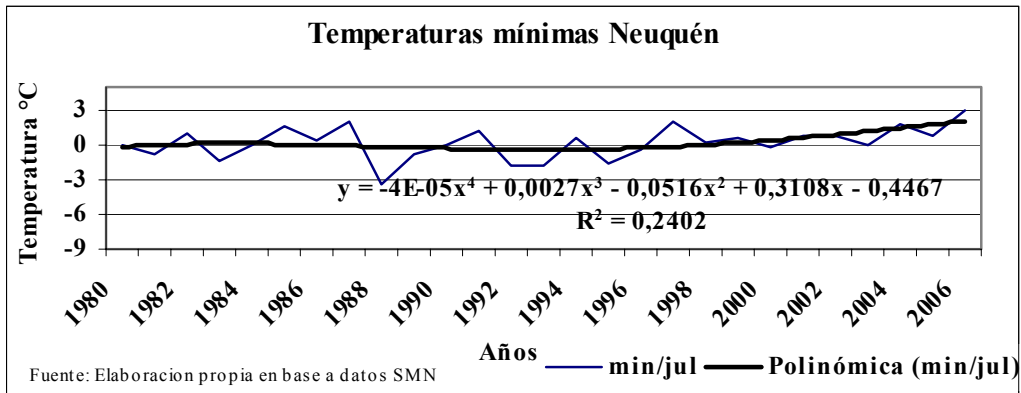


Figura 6: Marcha de los valores de las temperaturas mínimas diarias de julio en Neuquén.

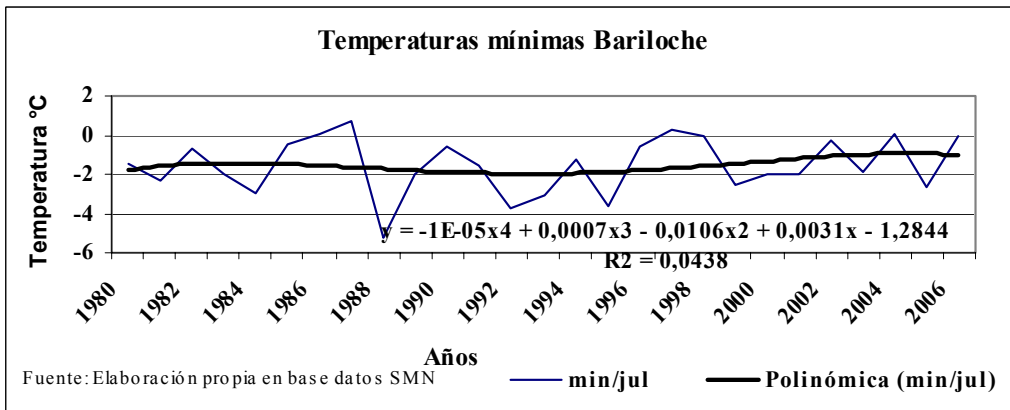


Figura 7: Marcha de los valores de las temperaturas mínimas diarias de julio en Bariloche.

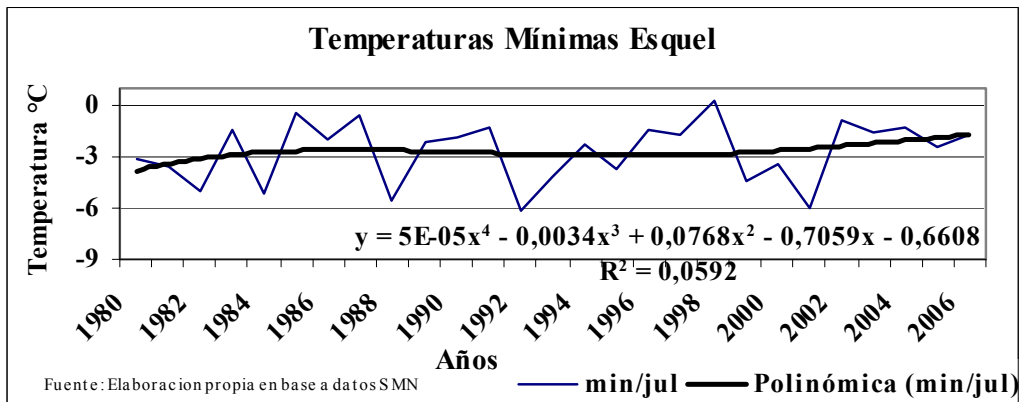


Figura 8: Marcha de los valores de las temperaturas mínimas diarias de julio en Esquel.

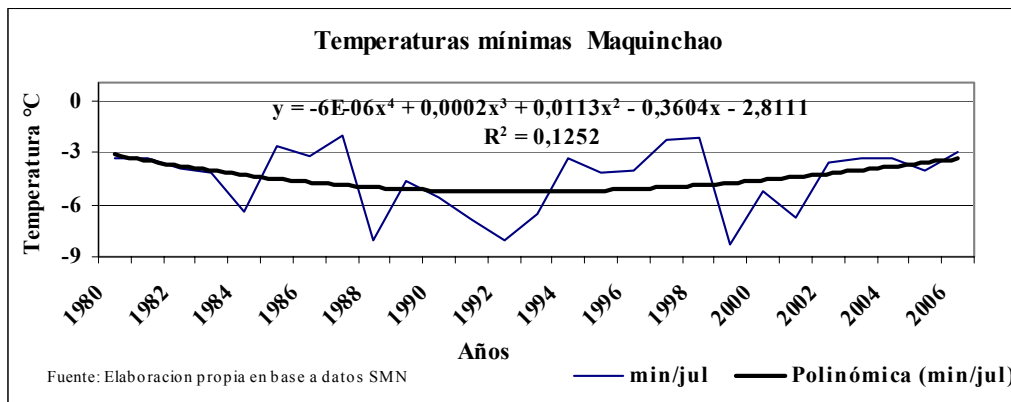


Figura 9: Marcha de los valores de las temperaturas mínimas diarias de julio en Maquinchao.

Del análisis de las figuras se observan oscilaciones en todas las localidades estudiadas.

El test de Mann - Kendall demostró diferencias significativas para las temperaturas máximas de enero de Esquel (al 95%) y las temperaturas mínimas de Neuquén (al 90%). El resto de los resultados, si bien muestran variaciones a escala temporal no son significativos estadísticamente.

Conclusiones

La disminución de las temperaturas máximas de verano en Esquel tendrán efecto sobre la deficiencia de agua en el suelo, típica de por sí en la región en la época estival, disminuyéndola. Además, influye en los valores de evapotranspiración, por lo que la demanda de agua será menor. Este efecto es beneficioso para la economía del agua necesaria para el crecimiento y desarrollo vegetal.

Con referencia a las temperaturas mínimas de Neuquén, el próximo paso en la continuación de nuestro estudio será analizar la relación que podría existir entre las temperaturas con resultados positivos y el crecimiento demográfico, para ver si existe la presencia del “efecto ciudad” sobre las mismas.

Creemos que el “Cambio Climático” al que estamos asistiendo, si bien puede atribuírsele en parte a la acción humana, tiene además otras causas que ya mencionamos, que en nuestra área de estudio lo vemos reflejado en forma muy poco significativa.

Referencias

- Atlas Total de la Republica Argentina (1981). Atlas físico de la Republica Argentina, volumen 2. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires.
- Cuadrat, J y Pita M. F. (2000). Climatología. Ediciones Cátedra, Grupo Amaya S.A.Madrid.

- I.P.C.C. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) (2001). Evaluación. Informe síntesis.
- I.P.C.C. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) (2007). Evaluación. Informe síntesis.
- JOUGHIN & TULACZYK (2002) Positive mass balance of the Ross ice Streams, west Antartica. En Science, 18 January 2002. Vol. 295 N° 5554.
- PNUMA. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. (2006) Informe: El cambio climático en América Latina y Caribe.
- Scarpati, O. E. (1997). Cambio Climático Global: una visión sobre su impacto en bosques del sur argentino. *Contribuciones Científicas GÆA*. 331-338.
- Scarpati, O. E. (1998). Aspectos referentes al Cambio Climático Global y su accionar en ecosistemas argentinos *Contribuciones Científicas GÆA*. Pág.389-395.
- Scarpati, O. E. y A. M. Faggi. Posibles consecuencias del Cambio Climático Global en bosques del Lago Puelo. *Revista de la Facultad de Agronomía (UBA)*. 16, 2. 79-87.
- Servicio Meteorológico Nacional. (2007). Ministerio de Defensa. Secretaría de Planeamiento. Datos estadísticos de temperaturas máximas y mínimas.
- www.cambioclimatico.org