Informe de investigación del CEI “San Ignacio”

Incidencia de las precipitaciones en el caudal del Río Chimehuín y en el contenido de agua del suelo *en el área del CEI “San Ignacio”*

Autores:

FUNDACION
CRUZADA
PATAGONICA

Alumnos 3º Polimodal: Héctor E. Ávila; Eliseo G. Cabrera; Sergio Collihual; Andrés Fontanazza; Saúl E. Paredes; Julio F. Rañiqueo; Héctor J. Rodríguez; Jorge A. Cruces y Daniel A. Reyes
Profesores: Ana B. Prieto, Marcelo Cassagne y Paula Garay

Con el apoyo de Capsa-Capex

Octubre 2005

Junín de los Andes – Pcia. de Neuquén - Argentina

Incidencia de las precipitaciones en el caudal del Río Chimehuín y en el contenido de agua ***del suelo en el área del CEI "San Ignacio"***

Autores:
Alumnos de 3º Polimodal: Héctor E. Ávila; Eliseo G. Cabrera; Sergio Collihual; Andrés Fontanazza; Saúl E. Paredes; Julio F. Rañiqueo; Héctor J. Rodríguez; Jorge A. Cruces y Daniel A. Reyes
Profesores: Ana Prieto, Marcelo Cassagne y Paula Garay
CEI "San Ignacio" – Fundación Cruzada Patagónica – Junín de los Andes

1. Resumen

El agua del río Chimehuín es utilizado por nuestra escuela, la localidad y por el turismo que recibe para consumo humano, riego, recreación y pesca deportiva. Estos usos tienden a incrementarse debido a un rápido crecimiento de la población generando mayor presión sobre éste recurso. Los escenarios futuros de cambio climático pronostican para ésta zona una disminución de las precipitaciones y un aumento de la temperatura. Para cuantificar los efectos de las precipitaciones en el caudal del río Chimehuín y en el contenido de agua del suelo se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es la incidencia de las precipitaciones en el caudal del río Chimehuín y en el contenido de agua del suelo?
Se tomaron los registros de precipitaciones en el CEI "San Ignacio" y se los comparó con registros de caudal del río y contenido de agua en el suelo. Las precipitaciones locales sólo influyen en el caudal del río en invierno. El contenido de agua del suelo disminuye entre septiembre y noviembre en suelos de estepa, mientras que en suelo de mallín ocurre lo contrario.

2. Pregunta de Investigación/Hipótesis

La cantidad de agua en nuestra zona puede ser afectada por impactos antrópicos locales sumados a cambios a escala global como el cambio climático. Según las observaciones que se realizan a nivel global describen un mundo en fase de calentamiento y con cambios en el clima: a) la temperatura media mundial de la superficie ha aumentado 0,6°C aproximadamente en el siglo XX; b) las temperaturas han aumentado en los últimos 40 años en los 8 kilómetros inferiores de la atmósfera; c) la extensión del hielo y de la capa de nieve ha disminuido; d) el nivel medio del mar ha subido y el contenido de calor de los océanos ha aumentado; e) pero algunos aspectos importantes del clima parecen no haber cambiado, principalmente ciertas áreas de los océanos del hemisferio sur y algunas áreas de la Antártida; f) las emisiones de gases de efecto invernadero y de aerosoles debidas a las actividades humanas siguen modificando la atmósfera y se prevé que afectarán al clima; g) durante el siglo XXI se prevé un aumento de la concentración de vapor de agua y de las precipitaciones mundiales medias. Es probable que en la segunda mitad del siglo aumenten las precipitaciones en latitudes septentrionales medias y altas y en la Antártida en invierno. En latitudes bajas habrá aumentos y disminuciones regionales en las zonas terrestres. Es muy probable que se den grandes variaciones anuales de precipitaciones en la mayoría de las zonas donde se ha previsto un aumento de las precipitaciones medias.[1]

En los últimos decenios los glaciares de América Latina han perdido volumen. Este calentamiento podría dar lugar a la desaparición de una importante superficie de hielo y nieve, que afectará las actividades turísticas y deportivas de montaña.[2] Todos los glaciares de la Patagonia[3] han experimentado desde 1975 al 2000 un adelgazamiento y retroceso, con la excepción del Glaciar Perito Moreno. En glaciares chilenos cercanos a nuestra latitud se han detectado cambios en la línea de nieve por aumentos de temperatura y disminución de las precipitaciones invernales.[4] Los glaciares juegan un papel importante como regulador de los caudales andinos, particularmente en años extremadamente secos.[5]

Por otra parte, los usos mundiales de agua se multiplicaron por seis en el transcurso del último siglo. Se estima que la humanidad actualmente se apodera del 54% de la correntía accesible, y utilizaría un 70% para el año 2025. Un 40% de la población mundial vive en zonas con estrés de agua moderado a alto. Para 2025, se espera que 5.500 millones de habitantes vivan en ésta situación.[6] América Latina posee las reservas importantes fuentes de agua dulce.[7] Tiene 38 cuencas fluviales de importancia que representan más del 30% del total del planeta.[8]

Entre los censos 1991 y 2001[9] la población de Argentina se incrementó el 11,2% y en la provincia de Neuquén el 21,9%. En el Departamento Huiliches la población se incrementó el 31,2%. Pero la densidad de población continúa siendo baja 3,2 hab/km^2.

Al considerar la protección de las cuencas, los registros muestran que el área de bosques y montes naturales en la provincia de Neuquén disminuyó de 5.580 km^2 (1935) a 3.236 km^2 (1988); mientras que el área forestada hasta 1993 fue de 278 km^2.[10] Esta zona es un destino turístico importante por el valor paisajístico de las reservas naturales protegidas (situadas al oeste, sobre la cordillera de los Andes), y la pesca deportiva. El río Chimehuín es famoso mundialmente por la pesca deportiva de salmónidos[11] que es una importante fuente de ingresos; en la temporada 1995/96 generó 129 dólares por kilómetro de río.[12] La localidad recibió 800 turistas en el año 2000 mientras que en el 2003 se incrementó a 1800 con una tendencia altamente creciente en el 2004 debido a la conveniencia para extranjeros por el cambio favorable (peso/dólar).[13]

El abastecimiento de agua de la localidad proviene del río Chimehuín. También se extrae agua para la producción acuícola, agropecuaria y pequeñas industrias. Recientemente ha comenzado la urbanización en sus nacientes (en el Lago Huechulafquen). El río Chimehuín es conocido por sus aguas claras y abundantes (66,9 m^3/seg), forma parte de la cuenca del río Limay (650 m^3/seg) y drena un área de 56.000 km^2.[14] La cuenca del río Limay (vertiente Atlántica) en el período 1982-86 experimentó una disminución del caudal, debido al decrecimiento de las precipitaciones. [15] [16] Sobre el río Limay se localizan 5 represas hidroeléctricas.

Para nuestra escuela el agua del río Chimehuín es sumamente importante. Es una escuela agrotécnica con albergue para estudiantes. Extrae el agua del río para consumo humano (instalaciones de la escuela y albergue), de animales (pollos, cerdos, ovejas, vacas y llamas), pequeña industrialización de productos de granja y riego (de huertas, invernaderos y pasturas). Desde el año 2001 participa del programa GLOBE realizando investigaciones en hidrología, suelo y atmósfera. Se localiza Noroeste de la Patagonia (39º 53' 56'S - 71º 08' 05'O – 806 m), sobre costa del río Chimehuín, 10 km de Junín de los Andes, integrando la diagonal árida del país. El suelo predominante es de estepa con relieves de escasa pendiente y suevemente ondulados con escasa vegetación (predominan neneos y coirones), dejando parte de la superficie desnuda. Las texturas predominantes son gruesas, con presencia de algunas piedras en superficie. La zona es ventosa y descampada, sin protección de árboles. En la parte más baja del valle se encuentran los mallines con relieve cóncavo y poca pendiente cercanos al río. La vegetación herbácea es muy abundante, compuesta principalmente por juncos y gramíneas. Existiendo algo de vegetación arbustiva compuesta por chacay y berberis.[17] La erosión del suelo en esta zona ha sido catalogada de media a grave en 1997.[18] Ésta un área ganadera donde predominan grandes extensiones con ganado bovino y ovino.[19] El clima es frío (con una media anual de 9ºC)[20] con gran amplitud térmica diaria y estacional. En escenarios futuros se estima que las temperaturas a nuestra latitud aumentarán en verano (de 0,4-1,3ºC para el 2030 y 0,8-3,2ºC para el 2070) y en invierno (de 0,4-1,1ºC para el 2030 y 0,6-2,7ºC para el 2070).[21] [22]

Las precipitación media anual es de 750mm,[23] pero los registros tomados en la escuela a partir del año 2000 varían entre 450mm a 760mm.[24] Se concentran en el otoño-invierno, con veranos secos donde los caudales disminuyen considerablemente. En escenarios futuros se estima que en nuestra latitud disminuirán de 1 a 17% para el año 2030 y de 2 a 42% para el año 2070. [21] [22]

Los principales acuíferos de la zona son depósitos glaciares y glacifluviales. La cantidad de agua ha sido catalogada de moderada a abundante y su calidad como muy buena en 1982 y 1995.[25][26]

Las aguas del río son de deshielo y provienen del lago Huechulafquen, que es oligotrófico.[27]

Si pronósticos de cambios climáticos ocurren, y la tendencia de crecimiento demográfico y afluencia de turistas continúan, la cantidad de agua disponible puede disminuir:

Hipótesis 1: Las precipitaciones influyen en el caudal del río Chimehuín.

Hipótesis 2: Las precipitaciones influyen en el contenido de agua del suelo.

3. Método de Investigación

Para la localización se utilizó el protocolo GPS de GLOBE. Los puntos se registraron con un GPS marca Garmin modelo 12. Para realizar los análisis de contenido de agua en el suelo se utilizó el protocolo de suelos de GLOBE. Para el secado de las muestras de suelo se utilizó la estufa de secado marca San Jorge. Para los registros de precipitaciones se siguió el protocolo de atmósfera de GLOBE, utilizando el pluviómetro proporcionado por el Servicio Meteorológico Nacional. Los datos del caudal del río Chimehuín fueron proporcionados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.

Los datos de precipitación y caudal corresponden al período 2000-2003. Los datos de contenido de agua del suelo corresponden a dos muestreos realizados en septiembre y noviembre de 2003 en suelo de estepa, estepa bajo bosque de pinos y en mallin. Se tomaron esas fechas para las mediciones por su importancia agronómica debido al período de crecimiento de los cultivos. Todos los puntos de muestreo se localizan en el predio de la escuela.

Para el análisis estadístico se utilizó el software Statistica (ver Sección 5. Análisis).

4. Resumen de Datos

En la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, los datos de precipitaciones y caudal resultaron muy significativos ($p<0,01$), al igual que la prueba de homogeneidad de las varianzas de Levene. Mientras que los datos de contenido de agua en el suelo no pasaron la prueba de normalidad, por lo tanto se tuvo que utilizar pruebas no paramétricas para ver sus diferencias.

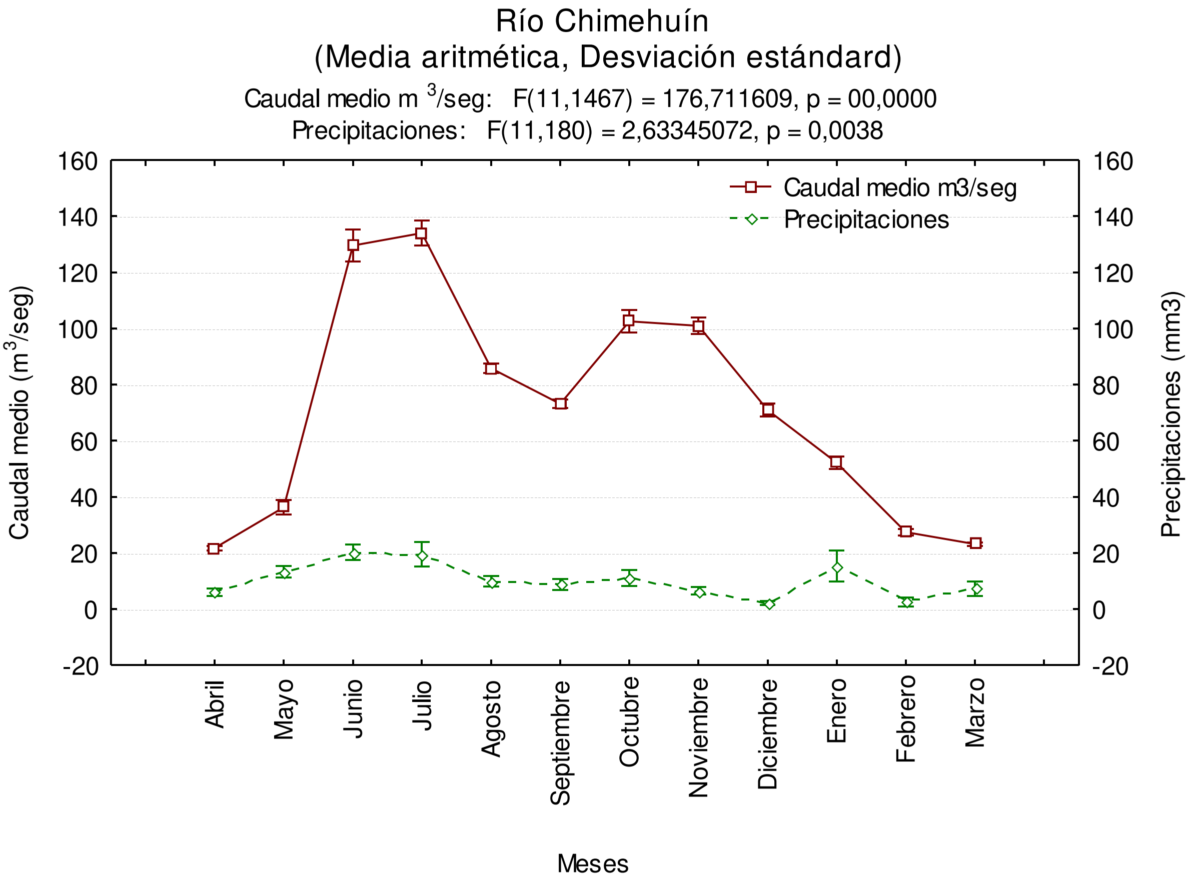

Figura 1. Media aritmética y desviación Standard del caudal del río Chimehuín y de las precipitaciones en *el CEI "San Ignacio"*

Hipótesis cero (H_0): Las medias de caudal y precipitaciones son iguales a lo largo del año.

Caudal:

Los datos muestran diferencias muy significativas ($p<0,01$) entre los distintos meses del año, con incrementos importantes a comienzos del invierno y en primavera, mientras que el menor caudal se registra a fines del verano. (Fig. 1) Por lo tanto se rechaza H_0.

Precipitaciones:

Los datos muestran diferencias muy significativas ($p<0,01$) entre los distintos meses del año, con un aumento en el invierno coincidente con el aumento de caudal y otro pico con más variabilidad en enero que en este caso no pareciera tener incidencia en el caudal. (Fig. 1) Por lo tanto se rechaza H_0.

Contenido de agua en el suelo:

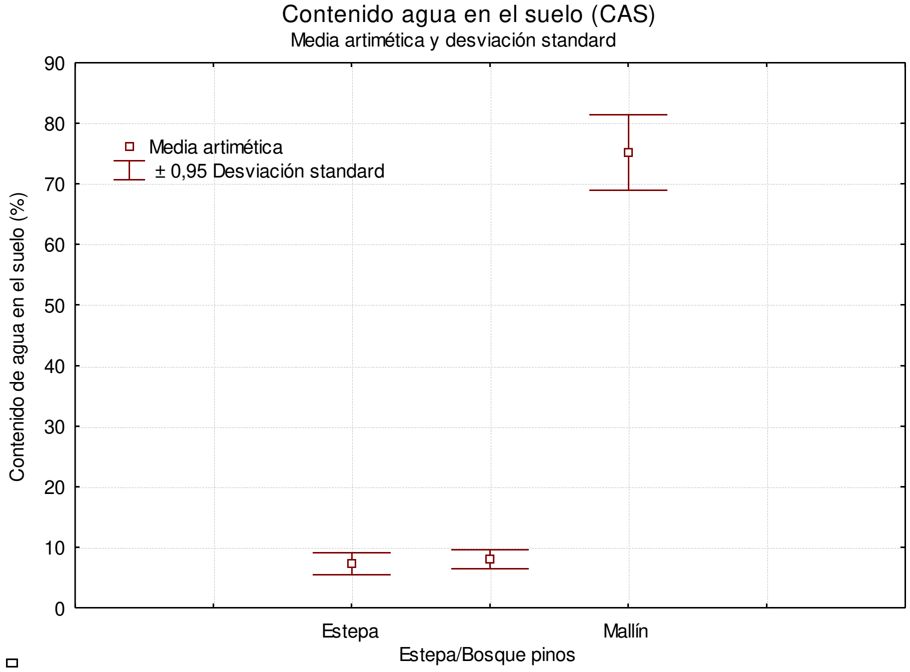

Figura 2. Diferencias en el contenido de agua del suelo de: Estepa, Estepa bajo bosque de pinos y en Mallín.

Los datos muestran que el contenido de agua del suelo de estepa es similar al mismo suelo bajo bosque de pinos, en cambio el suelo de mallín retiene mayor cantidad de agua. (Fig. 2)

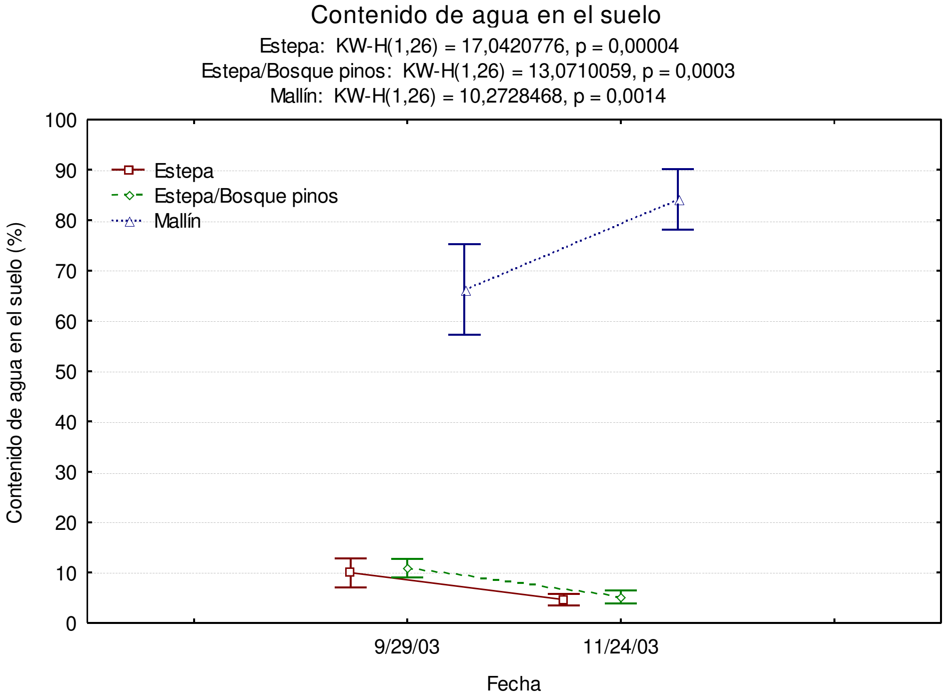

Figura 3. Diferencias en el contenido de agua en el suelo en septiembre y noviembre.

H_0: El contenido de agua en el suelo igual a lo largo del año.

Para los suelos en estudio el contenido de agua del suelo cambió entre ambas mediciones. La prueba de rangos de Kruskal-Wallis mostró en todos los casos diferencias muy significativas ($p<0{,}01$) entre las mediciones de septiembre y noviembre. Por lo tanto se rechaza H_0:

El suelo de estepa perdió su contenido de agua entre septiembre y noviembre, mientras que las precipitaciones para ese período se mantienen relativamente estables, aunque bajas. El caudal en ese mismo período aumentó. El suelo de mallín tuvo un comportamiento diferente, su contenido de agua aumentó en forma marcada coincidiendo con el aumento del caudal.

5. Análisis

Para analizar los datos se utilizó el software Statistica que realiza los siguientes cálculos:

a)Estadística descriptiva: para conocer los valores medios y la dispersión de cada variable.

Media=$(\Sigma x_i)/n$

Desviación estándard=$[\Sigma(x_i\text{-xbar})^2/n\text{-}1]^{1/2}$

b)Test de normalidad: para conocer si los datos son normales.

Test Kolmogorov-Smirnov= $D_\alpha = \sqrt{\dfrac{-\ln\left(\dfrac{1}{2}\alpha\right)}{2n}}$

Nivel de significación(p-level)= $p \le \alpha \quad \begin{cases} \alpha = 0{,}05 \\ \\ \alpha = 0{,}01 \end{cases}$

c)Análisis de la varianza: permite detectar un componente añadido debido a los efectos de cada variable mediante la prueba F.

gl_{efecto}=s-1

gl_{error}=n-s

$SC_{Total}=\sum\left(Y_{ji}-\bar{\bar{Y}}\right)^2-\dfrac{(\sum Y_{ij})^2}{n}$

$$SC_{efecto}=\frac{Y_{1.}^2+Y_{2.}^2+Y_{3.}^2+Y_{4.}^2-FC}{r}$$

$$SC_{error}=SC_{Total}-SC_{efecto}$$

$$FC=\frac{(\sum Y_{ij})^2}{n}$$

$$CM_{efecto}=\frac{SC\ efecto}{gl}$$

$$CM_{Error}=\frac{SC\ error}{gl}$$

$$\text{Prueba F}=\frac{CM_{efecto}}{CM_{error}}$$

d) Prueba de rangos de Kruskal-Wallis: para determinar diferencias significativas entre las medianas de los puntos.

$$\text{Prueba Kruskal-Wallis: } H=\frac{1}{S_R^2}\left(\sum_{i=1}^{k}\frac{R_i^2}{n_i}-\frac{\left(\sum_{i=1}^{k}R_i\right)^2}{N}\right)$$

e)Referencias de las fórmulas:

Σx_i = sumatoria de las mediciones de la muestra.
xbar = es la media de la muestra.
n = tamaño de la muestra.
D=Diferencia absoluta máxima
α =valor crítico
gl=grados de libertad
s=sitios de muestreo
Y_{ij}=Efecto
$Y_{1.}, Y_{2.}, Y_{3.}, Y_{4.}$=Medias de cada punto de muestreo
r=repeticiones
$\overline{Y_{ji}}$ =Media del efecto
$\bar{\bar{Y}}$ =Media general
$SC_{Total=}$Suma de cuadrados total
SC_{efecto}=Suma de cuadrados del efecto
SC_{error}=Suma de cuadrados del error
FC=Factor de corrección
CM_{efecto}=Cuadrado medio del efecto.
CM_{error}=Cuadrado medio del error.
n_i y n_j=tamaños de los grupos a comparar.

R= rangos

6. Conclusiones

1. Las precipitaciones parecieran influir en el caudal del río Chimehuín en el invierno. En primavera el caudal aumenta debido al deshielo, y las precipitaciones tienden a disminuir en ese período lo cual hace suponer que no tienen influencia en el caudal.
2. El contenido de agua del suelo disminuye entre ambas mediciones en los suelos de estepa, posiblemente debido a un aumento de la temperatura que provoca mayor evaporación del agua. El suelo de estepa bajo bosque de pinos pareciera retener un poco más agua que la estepa solamente. Para el suelo de mallín ocurre lo contrario, aumenta su contenido de agua en noviembre. Este cambio posiblemente esté relacionado con un ascenso de los acuíferos provocados por el aumento del caudal del río Chimehuín debido al deshielo.
3. Si ocurren los cambios climáticos pronosticados (disminución de las precipitaciones y aumento de la temperatura) el contenido de agua en el suelo será menor. En el caso de la estepa su porcentaje será bajo. En el suelo de mallín el ascenso de los acuíferos en noviembre tendrá mayor influencia en el contenido de agua de éste suelo.

7. Discusión:

Los resultados obtenidos son importantes no solo para la escuela, donde se aplican a la producción agropecuaria e industrial (procesamiento de alimentos), sino también para las agencias de control del agua para consumo humano y a escala municipal. Los valores obtenidos en el río son un antecedente importante, pues recién se ha comenzado una urbanización en las nacientes.

Si por efecto del cambio climático el suelo de estepa contiene menos cantidad de agua es posible que se vea afectado el cultivo de algunas plantas. Es importante considerar la siembra en las cercanías de suelos de mallín debido a su alto contenido de agua, que aumenta en la primavera coincidiendo con el período de crecimiento de las plantas. Para corroborar ésta tendencia se necesita contar con mayor cantidad de mediciones durante varios años.

Referencias

[1] IPCC (2001) Tercer informe de evaluación cambio climático 2001. La base científica. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. [Third report of evaluation climatic change 2001. The scientific base. They summarize for responsible for political and summary technician]. (ed. Albritton, D.L. y Meira Filho, LG). OMM. PNUMA. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE.UU.

[2] IPCC (2001) Tercer informe de evaluación cambio climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. [Third report of evaluation climatic change 2001.

Impacts, adaptation and vulnerability. They summarize for responsible for political and summary technician]. (ed. Albritton, D.L. y Meira Filho, LG). OMM. PNUMA. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE.UU.

[3] Rignot, E, Rivera, A and Casassa, G. (2003). Contribution of the Patagonia Icefields of South America to Sea Level Rise. Science 302, 434-437.

[4] Casassa, G, Rivera, A, Escobar, F and Acuña, C. (2003). Snowline rise in central Chile in recent decades and its correlation with climate. Geophysical Research, 5, 14395-14396.
Jorge Carrasco (4), Juan Quintana (4)

[5] AIC. (2003) Conclusiones de las Jornadas por el Uso Racional y la Preservación del Recurso Hídrico. [Conclusions of the Conference for the Rational Use and the Preservation of the Resource Waters]. 20, 21 y 22 de Noviembre de 2003. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. Argentina.

[6] PNUMA. "En breve: La crisis mundial del agua", ["Shortly: The world crisis of the water"], Nuestro Planeta (Nairobi, Kenia), Junio 2003, p. 18.

[7] Leff, E.; Ezcurra, E.; Pisanty, I y Romero Lankao, P. (2002) La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe. [The transition toward the sustainable development. Perspectives of Latin America and the Caribbean] SEMARNAT. INE. UAM. ONU. PNUMA. Ciudad de México. México.

[8] UNEP (2002). Agua dulce. In Perspectivas del medio ambiente mundial GEO-3. [Global Environment Outlook GEO-3], pp 149-179. 2000. United Nations Environment Programme. London and New York, Earthscan.

[9] INDEC (2002) Censo nacional de población, hogares y viviendas 2001. [Population's national census, homes and housings 2001] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires.

[10] Naumann, M. (1998). Agricultura y recursos forestales. [Agriculture and forest resources] In Pequeño Atlas Argentino con el Gran Chaco, pp. 63-65. GTZ-INTA. San Carlos de Bariloche, Argentina.

[11] Leitch, WC. (1991) Argentine trout fishing. A fly fisherman´s guide to Patagonia. Frank Amato Pub., Portland, Oregon.

[12] Urbasnki, J. y Sanguinetti, J. (1997). Valoración económica de la pesca deportiva en el río Chimehuín. Informe técnico. [Economic valuation of the sport fishing in the Chimehuin river. Technical report] CEAN. Junín de los Andes. Argentina.

[13] Datos proporcionados por la Oficina de Turismo de la Municipalidad de Junín de los Andes.

[14] AIC. (2003) La cuenca de los ríos Limay, Neuquén y Negro. [The basin of the rivers Limay, Neuquén and Negro]. Neuquén. Argentina. www.aic.gov.ar

[15] Leonidas Minetti, J. (2003) Efectos del cambio climático sobre la hidrología en los ríos de las cuencas del Comahue. [Effects of the climatic change about the hydrology in the rivers of the basins of the Comahue]. Jornadas por el Uso Racional y la Preservación del Recurso Hídrico, 20, 21 y 22 de Noviembre de 2003. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. Argentina. www.aic.gov.ar

[16] Villalba, R. (2003). Fluctuaciones climáticas de largo plazo en la Cordillera de los Andes: ¿hacia dónde vamos?. [Climatic fluctuations of long term in the Mountain range of the Andes: toward where do we go?]. Jornadas por el Uso Racional y la Preservación del Recurso Hídrico, 20, 21 y 22 de Noviembre de 2003. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. Argentina. www.aic.gov.ar

[17] Cassagne, M. y Alumnos 1º, 2º y 3º polimodal (2004) *Caracterización del suelo en el CEI "San Ignacio"*. [Soil characterization in the CEI "San Ignacio" school]. Programa GLOBE-Suelos. (Inédito).

[18] Naumann, M. (1998). Desertificación. [Desertification] In Pequeño Atlas Argentino con el Gran Chaco, pp. 19. GTZ-INTA. San Carlos de Bariloche, Argentina.

[19] Cardone, MN; Semorile, MZ y Fernández, S (1995). Huiliches. Análisis espacial. [Huiliches. Spatial analysis]. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Comahue.

[20] Arroyo, J. (1980) Relevamiento y priorización de áreas con posibilidades de Riego. Clima. Provincia del Neuquén. [Report and priorization of areas with possibilities of Watering. Climate. Neuquen Province] Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires. Argentina.

[21] Labraga, JC. (1998) Escenario de cambio climático para la Argentina. [Scenario of climatic change for the Argentina]. Ciencia Hoy. 8, 22-27.

[22] Hulme, M y Sheard, N (1999) Escenarios de cambio climático para Argentina. [Scenarios of climatic change for Argentina]. Unidad de Investigación Climática, Norwich, Reino Unido.

[23] INTA (1965) Difusión Geográfica de Cultivos Índices en las Provincias del Neuquén y Río Negro y sus causas. [Geographical diffusion of index cultivations in Neuquen and Rio Negro provinces and their causes] Instituto de Suelos y Agrotecnia, Publicación Nº 96, Buenos Aires.

[24] Barrau, G; Cassagne, M y Alumnos 1º, 2º y 3º EGB. (2004) *Precipitaciones en el CEI "San Ignacio"*. [Precipitations in the CEI "San Ignacio" school]. Programa GLOBE-Atmósfera. (Inédito).

[25] Departamento de Geografía. (1982) Atlas de la Provincia del Neuquén. [Atlas of Neuquen Province]. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. Argentina.

[26] Ministerio de Producción y Turismo de la Provincia del Neuquén, Dirección Provincial de Minería del Neuquén y Secretaría Nacional de Minería (1995). Calidad del agua. In Mapa Geológico y de Recursos Minerales de

la Provincia del Neuquén. [Geologic map and of mineral resources of Neuquen Province] pp. 5. Neuquén. Argentina.

[27] Shimizu, I; Espinós, A; Roa, R; Mendoza, JL y Sakai, M. (1995) Carga de nutrientes de criaderos de peces y el ambiente biológico en el río Chimehuín. [Charge of nutrients of hatcheries of fish and the biological environment in Chimehuin river] CEAN-JICA. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina.

Bibliografía

GLOBE Program. (1997). El programa GLOBE. Guía del maestro. [The GLOBE program. Teacher guide]. GLOBE, Washington, WA. www.globe.gov

StatSoft, Inc. (2001). STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com

Agradecimientos

Queremos agradecer especialmente a la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación por facilitarnos los datos de caudal del Río Chimehuín. Además agradecemos la colaboración de los ingenieros agrónomos Chistian Hick, Guillermo Barrau del CEI y a la bibliotecaria del INTA, por su asesoramiento en temas agropecuarios; también a técnicos del CEAN por su asesoramiento en temas ambientales. También agradecemos la colaboración de la empresa Capsa-Capex por aportarnos el equipamiento para realizar la investigación.

Lista de abreviaciones y siglas

AIC: Autoridad Interjurisdiccional de los Ríos Limay, Neuquén y Negro
ALC: América Latina y el Caribe
CEAN: Centro de Ecología Aplicada del Neuquén
CEI: Centro de Educación Integral
CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
EPA: Environmental Protection Agency
GPS: Global Positioning System
GTZ: Agencia Alemana de Cooperación Técnica
INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INE: Instituto Nacional de Ecología.
INN: Instituto Nacional de Normalización.
INTA: Instituto de Tecnología Agropecuaria
IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
JICA: Agencia de Cooperación Internacional de Japón
OMM: Organización Meteorológica Mundial.
OMS: Organización Mundial de la Salud.
ONU: Organización de Naciones Unidas
PNUMA: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
UAM: Universidad Autónoma Metropolitana.
UE: Unión Europea.
UNEP: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente