

RESUMEN

La Región Pampeana es la región más importante del territorio argentino por sus características del clima y el suelo que la transforman en una zona agrícola y ganadera por excelencia. Debido a su gran extensión presenta importantes variaciones espaciales y temporales en los regímenes de temperatura y precipitación. La condición de llanura predomina en esta región resultando un escenario de particular fragilidad ante eventos hidrológicos extremos, tanto de déficit como de exceso hídrico. En este último caso, la incapacidad del relieve de evacuar volúmenes importantes de agua, junto a otros factores, conduce a la ocurrencia de vastos y persistentes anegamientos.

El clima y la hidrología son los factores físicos que condicionan las actividades sociales y económicas de la región. Influyen directamente en la disponibilidad de agua y determinan la variabilidad del recurso. El estudio y análisis de estos factores y la relación entre los mismos, colabora directamente en la comprensión del comportamiento de un sistema como es una cuenca hidrográfica.

La herramienta más utilizada para simular el sistema climático de la tierra son los modelos de circulación general de la atmósfera, mientras que los modelos hidrológicos son herramientas ideales para el análisis y la evaluación del comportamiento de una cuenca hídrica. La interacción entre estas herramientas es de gran interés, dada la necesidad de contar con pronósticos en diferentes escalas para la correcta administración de los recursos y la prevención de eventos extremos.

En este trabajo de Tesis se ha evaluado la capacidad de modelos estadísticos de regionalización del clima (*downscaling*) basados en regresión lineal múltiple, para cuantificar las anomalías de precipitación mensual en la Región Pampeana Argentina, incluyendo la región fitogeográfica El Espinal y el Sudoeste Bonaerense. Luego, se aplicaron estos modelos para estimar las anomalías trimestrales de la lluvia en los sitios mencionados, combinando un ensamble de simulaciones con el modelo de circulación general de la atmósfera MCGA CSIRO-9, forzadas con la temperatura de la superficie del mar observada (TSM) y la aplicación de los modelos estadísticos de *downscaling* para la regionalización de la lluvia. Los resultados obtenidos indican que el procedimiento de *downscaling* puede mejorar la confiabilidad en el signo de las anomalías de lluvia estimadas localmente, respecto de los resultados del modelo global, pero no mejora substancialmente la estimación de su magnitud.

Como aplicación hidrológica, se calibró y validó el modelo hidrológico SWAT en dos cuencas de especial interés ubicadas en la Región Pampeana: La cuenca del río Salado, por su condición de llanura y gran extensión areal; y la cuenca del río Sauce Grande, por sus características geomorfológicas y gran importancia regional para el abastecimiento de agua potable a un importante sector del sudoeste bonaerense. Se llevaron a cabo análisis de sensibilidad a las variables utilizadas en la calibración de cada cuenca.

Finalmente, se integró un sistema de pronóstico del clima (CFSv2) con el modelo hidrológico aplicado en la cuenca del río Salado para analizar si es posible generar un pronóstico dinámico de caudales en escala estacional.

ABSTRACT

The Argentinean Pampas is one of the most important agricultural and livestock regions of the country because of their climate and soil characteristics. Due to its large dimension, this region has significant spatial and temporal variations in temperature and precipitation regimes. The region is in fact a floodplain, characterized by its great vulnerability to extreme hydrological events, either deficit or excess of water. In the latter case, the incapacity of the topography to evacuate these water excesses, together with other factors, lead to the occurrence of large and persistent flooding.

The climate and the hydrology modulated the availability of water and determined the variability of this resource, consequently both are the physical factors that influence the social and economic activities of the region. The study of these factors and the interactions between them allow understand the behavior of the system such as a watershed.

The most used tool for simulating the Climate System of the Earth are the Atmospheric General Circulation Models (AGCM) whereas hydrological models are the best tools for analyzing the behavior of a watershed. The interaction between both tools is of the great interest due to the need of forecasts at different scales for proper resource management and the prevention of extreme events.

In this thesis the ability of downscaling statistical models based on multiple linear regression was evaluated with the aim of quantified monthly precipitation anomalies in the Pampas region, including the phyto-geographical region El Espinal and the southwest of Buenos Aires. Additionally, these models were applied to estimate seasonal rainfall anomalies over the mentioned sites, combining an ensemble of simulations with the AGCM MCGA CSIRO-9, forced with the observed sea surface temperature (SST) and the application of statistical downscaling models of regionalization of the rain.

The results showed that the downscaling proceeding may improve the reliability in the estimation of the local sign of the seasonal precipitation anomalies in comparison with the results from the global model. However, the downscaling did not significantly improve the estimation of the magnitude of these anomalies.

As an hydrological application, the SWAT hydrological model was calibrated and validated in two interested basins located in the Pampas regions: The Salado River Basin, for being a plain with large areal extent, and the Sauce Grande River Basin, for its geomorphology and regional importance due to the supply of drinking water to a large area over the southwest of Buenos Aires. In this context, sensitivity analyses for the variables used in the calibration of each basin were conducted.

Finally, a climate forecast system (CFSv2) with the hydrological model applied in the Salado River basin was integrated with the aim of analyze the possibility to generate a dynamic flow forecast at the seasonal scale.

Los grandes centros de predicción del clima siguen reforzando la habilidad de los pronósticos y ésta depende de mejorar la inicialización de los mismos. La asimilación de datos es un problema científico clave que depende de la habilidad de los modelos que componen el sistema acoplado.

Será necesario en un esfuerzo multidisciplinario complementar la metodología aplicada con regionalización estadística y/o dinámica. De esta manera se podrán mejorar los servicios operativos necesarios para el buen manejo de los recursos hídricos en la región de estudio y en sub-regiones más pequeñas.

5.5 BIBLIOGRAFÍA

Barros V.R., 2005. Programa marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la cuenca del Plata, en relación con los efectos hidrológicos de la variabilidad y el cambio climático. CIC: Comisión de Investigaciones científicas. Ministerio de la Producción, Ciencia y Tecnología. Componente II. Consolidación de capacidades para la gestión integrada. Acción II.1. Sistema de predicción hidroclimática de la cuenca del Plata y adaptación a los efectos hidrológicos de la variabilidad y del cambio climático. Informe Final, versión 5. Junio, 2005.

Epstein E.S., 1969. Stochastic – dynamic prediction. *Tellus*, 21, 739-759.

Goddard L., 2001. Current approaches to seasonal-to-interannual climate predictions. *International Journal of Climatology*.

Leith C.E., 1974. Theoretical Skill of Monte Carlo Forecasts. *Monthly Weather Review*, 102, 409-418.

Saurral R., 2010. The Hydrologic Cycle of the La Plata Basin in the WCRP-CMIP3. Multimodel Dataset. *Journal of Hydrometeorology*. Volume 11. 1083-1102.

Silva Días Pedro L., Berbery Ernesto Hugo, Terra Rafael, Tucci Carlos, 2004. Predicción Hidroclimática. Componente 2a: Definición del Sistema de Predicción Hidroclimática. Subcomponente 2a3: Modelos Numéricos. Clima/Hidrología/ Predicción. Informe Final, versión 2. Programa marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la cuenca del Plata, en relación con los efectos hidrológicos de la variabilidad y el cambio climático. CIC: Comisión de Investigaciones científicas. Ministerio de la Producción, Ciencia y Tecnología.

Saha Suranjana, Shrinivas Moorthi, Xingren Wu, Jiande Wang, Sudhir Nadiga, Patrick Tripp, David Behringer, Yu-Tai Hou, Hui-ya Chuang, Mark Iredell, Michael Ek, Jesse Meng, Rongqian Yang, Malaquias Pena Mendez, Huug van den Dool, Qin Zhang, Wanqiu Wang, Mingyue Chen, Emily Becker, 2011 : The NCEP Climate Forecast System Version 2. (*Journal of Climate*, under review, revised).

Talento S., 2011. Bases para un sistema de predicción de caudales de aporte a Rincón del Bonete y Salto Grande. Tesis de maestría. Universidad de la República. Uruguay.

Wang, 2006. Stochasticity, nonlinearity and forecasting of streamflow processes. IOS Press.

Wood, 2002. Long-range experimental hydrologic forecasting for the eastern United States. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*.