

# COMPARACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DERIVADA DE SATÉLITE (TRMM) Y DE ERA-INTERIM EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DEL CHACO

Santiago Hurtado<sup>1</sup> y Eduardo A. Agosta<sup>1,2,3</sup>

[santiagoh719@gmail.com](mailto:santiagoh719@gmail.com)

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingenierías, UCA

<sup>3</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas [CONICET]

## RESUMEN

El presente trabajo se enmarca dentro de un sub-proyecto de meteorología, formando parte de un proyecto marco geofísico de extensión de la Universidad Nacional de La Plata de ayuda humanitaria el cual busca resolver la problemática que enfrentan las comunidades rurales y aborígenes de Miraflores, Chaco, en relación al abastecimiento de agua dulce. Tal sub-proyecto busca, entre otras cosas, caracterizar climatológicamente la zona, ofrecer y analizar los datos locales de la precipitación y la temperatura en tiempo real, y poder mejorar el pronóstico local de corto y de largo plazo, a fin de hacer una explotación sustentable de los acuíferos de la zona e intentar asegurar el acceso a agua potable. En este contexto, este particular trabajo compara la precipitación diaria de ERA-Interim, TRMM y una estación meteorológica en la zona. Los resultados preliminares muestran que las diferencias entre la información son relevantes. La precipitación derivada del ERA-Interim resultó no satisfactoria para su aplicación meteorológica en la zona. El ciclo anual medio presenta un fuerte sesgo durante todo el año, con valores enormes en primavera. Los valores derivados de TRMM podrían ser usados para estudios de variabilidad interanual de la precipitación mensual a lo largo del ciclo anual. Los meses de enero a abril representan mejor los valores medios, con un error promedio de 18%.

## ABSTRACT

The current work is part of a sub-project of meteorology belonging to a framework geophysical project of the La Plata State University extension of humanitarian aids in order to provide freshwater to rural and aboriginal communities in Miraflores, Chaco. The sub-project aims at climatically charactering the area, offering and analyzing local data of precipitation and temperature, in order to improve the local long term climate and weather forecasts. In this context this work aims at comparing daily precipitation of the ERA-Interim re-analyses, TRMM precipitation product and one local meteorological station. Preliminary

results are convincing. ERA-Interim precipitation resulted to be not useful for meteorological application in the area. The mean annual cycle shows a strong bias throughout the year, with great values in spring. TRMM precipitation could be used for a study of inter-annual variability of monthly precipitation throughout the annual cycle. Mean values are better represented between January and April, with a mean bias of 18%.

Palabras claves: Argentina subtropical, TRMM, precipitación observada.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo se enmarca en un proyecto de ayuda humanitaria que busca resolver la problemática que enfrentan las comunidades rurales y aborígenes del pueblo de Miraflores (aproximadamente 25.66°S, 60.87°O), de la provincia del Chaco, en relación al abastecimiento de agua dulce. En la región no existe una red de distribución de agua potable, encontrándose el acueducto más cercano en el pueblo de Castelli, a unos 55 km de distancia. Los pobladores consumen agua de los ríos locales, de lluvia y de pozos que ellos mismos realizan a pico y pala (de hasta 15 metros de profundidad). La situación es crítica y suele agravarse durante los períodos de seca que suelen durar varios meses. Atendiendo a estas necesidades profesores, graduados y estudiantes de la Universidad Nacional de La Plata elaboraron un proyecto marco geofísico de extensión universitaria (ver Agradecimientos), en el cual uno de los sub-proyectos es el de meteorología.

En este contexto el sub-proyecto de meteorología busca en términos generales caracterizar climatológicamente la zona, proveer y analizar los datos locales de la precipitación y la temperatura en tiempo real, y poder mejorar el pronóstico local de corto y de largo plazo, a fin de hacer una explotación sustentable de los acuíferos de la zona e intentar asegurar el acceso al agua potable. Para ello se contempla la posibilidad de instalar una estación meteorológica automática y hacer uso de la información meteorológica de estaciones presentes en la región, que son bastante escasas, y de otras fuentes de información tales como productos de satélite y salida de reanálisis globales conocidos.

Por tanto el objetivo del presente trabajo es iniciar el estudio de comparación entre la precipitación observada en estaciones meteorológicas en el área de estudio y la precipitación derivada del Análisis de Precipitación Multi-satelital (TMPA, por sus siglas en ingles) de la Misión de Medición de Lluvia Tropical (TRMM, por sus siglas en ingles), y de las salidas del reanálisis del Centro Europeo de Pronostico de Mediano Plazo de alta resolución ERA-Interim. Las estaciones meteorológicas más cercanas a Miraflores son Roque Sáenz Peña (a 165km de distancia) y Formosa (a 350km). Este estudio exploratorio examina sólo la comparación con la estación Roque Sáenz Peña. Esta comparación es necesaria para poder evaluar el posible uso de las bases de datos del ERA-Interim y de TRMM en sitios cercanos que no cuentan con estaciones meteorológicas disponibles o que la información observada presenta datos faltantes.

## **2. DATOS Y METODOLOGÍA (agregar sesgo promedio)**

Para el análisis de la precipitación (P) diaria se utilizaron los datos en la estación Presidente Roque Sáenz Peña Aero (26.45°S, 60.24°O), provistos por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en el período 30 setiembre 1998 – 7 julio 2009. Para consistir los datos y su homogeneidad se complementó con datos de la estación meteorológica del INTA más próxima (26.27°S, 60.27°O). El valor diario de P provisto por el SMN es el acumulado de precipitación entre las 12UTC del día anterior hasta las 12UTC del día registrado (donde las 12UTC corresponden al mediodía de Greenwich), expresado en mm. Esta información de estación se comparó con el producto de precipitación 3B42 (PP, en mm) versión 7, derivado

del TMPA de la TRMM, una combinación de microondas de múltiples satélites (Huffman y otros, 2014), sobre un enrejado espacial de  $0,25^\circ$  de latitud y longitud accedidos desde <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/trmm-tropical-rainfall-measuring-mission>.

Los datos TRMM son acumulados estimados cada tres horas sinópticas, para facilitar la comparación los acumulados diarios se obtuvieron integrando desde las 12 UTC del día anterior hasta las 12 UTC del día registrado. La precipitación total (TP, en m) del reanálisis ERA-Interim son derivados a las 00UTC y las 12UTC después de 12 horas de integración (step=12). Así, los valores diarios de TP se calcularon como la suma de las dos horas sinópticas. Los datos son accedidos desde <https://www.ecmwf.int>.

En primera instancia, en el análisis de consistencia de datos, se procedió a comparar día a día todas las series temporales de datos diarios de estación buscando datos faltantes, diferencias extremas (“outliers”), semejanzas y relaciones entre ellos. Los datos de la estación de INTA se utilizaron para comparar con los datos de la estación Aero y ver la diferencia espacial de la precipitación.

Posteriormente, se calculó la serie temporal de acumulado mensual de precipitación para la estación Roque Sáenz Peña Aero y para los puntos de enrejado más cercanos a ella, en el reticulado de la base TRMM y ERA-Interim. Asimismo se estimó la serie mensual de días con precipitación ( $P > 0\text{mm}$ ) o sea, la frecuencia mensual de días con precipitación. Los sensores de microondas de TRMM generan datos erróneos de lluvia sobre ciertas superficies terrestres identificando erróneamente distintas superficies, por ello como control de calidad se considerará día con precipitación si  $PP \geq 1\text{mm}$  (Wang y otros 2014).

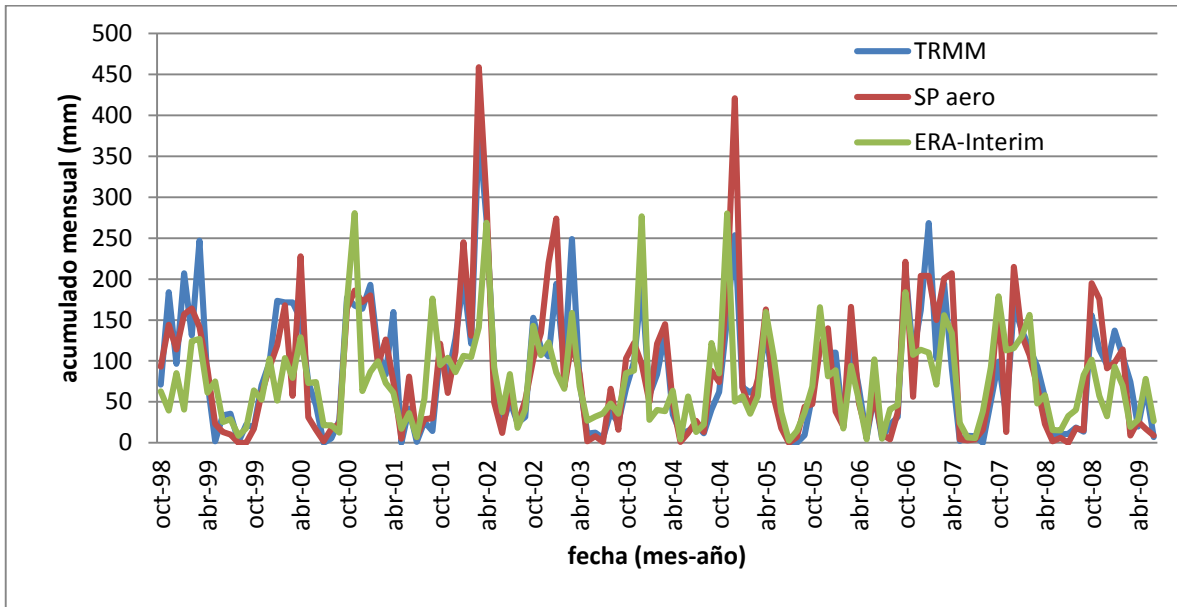
A partir de las series mensuales de precipitación acumulada se estimó el ciclo anual para cada conjunto de datos y se los comparó visualmente y mediante la confección de histogramas de frecuencias. Se calculo los desvíos medios porcentuales entre ERA-Interim y SP aero y entre TRMM y SP aero, como un indicador de sesgo para cada mes del año. Asimismo se calculó el coeficiente de correlación convencional de Pearson (Wilks 2006) entre TRMM y la estación Aero, y entre ésta última y el acumulado del ERA-Interim, para analizar la covariación entre ellas. No se calculó para los datos de la estación del INTA debido a que sus datos se remontan hasta el 31 de mayo 2002.

### **3. RESULTADOS PRELIMINARES**

Al hacer el primer análisis de los datos en escala diaria se aprecian ciertas diferencias reiteradas entre las distintas bases de datos para un mismo día. Se observa que los valores de precipitación entre 1 y 3 mm a nivel de la estación SP aero son detectados reiteradamente como valores nulos por satélite. Asimismo valores cercanos a 10mm registrados por satélite suelen ser nulos en la estación. En estos casos además se ve una estimación errónea del ERA-Interim. Estas discrepancias quedan evidenciadas en los valores medios mensuales que se analizan más adelante.

La Figura 1 muestra la marcha mes a mes de los acumulados de precipitación mensual para SP aero, TRMM y ERA-Interim. Se evidencia un claro ciclo anual con mínimos a finales de cada año y máximos en el comienzo de los años. En el período analizado hay dos extremos

de precipitación registrado en SP aero, en marzo de 2002 (459mm) y en diciembre de 2004 (421mm), los cuales son identificados por la base de datos TRMM y ERA-Interim aunque subestimados. También se observa una fuerte correlación convencional entre las series temporales obtenidas entre la estación SP aero y TRMM ( $r=0.87$ ), mientras que la correlación es moderada entre SP aero y ERA-Interim ( $r=0.59$ ), cuyas significancias no pudieron ser evaluadas por tratarse de series mensuales seriales cuya función de autocorrelacion no es nula para.



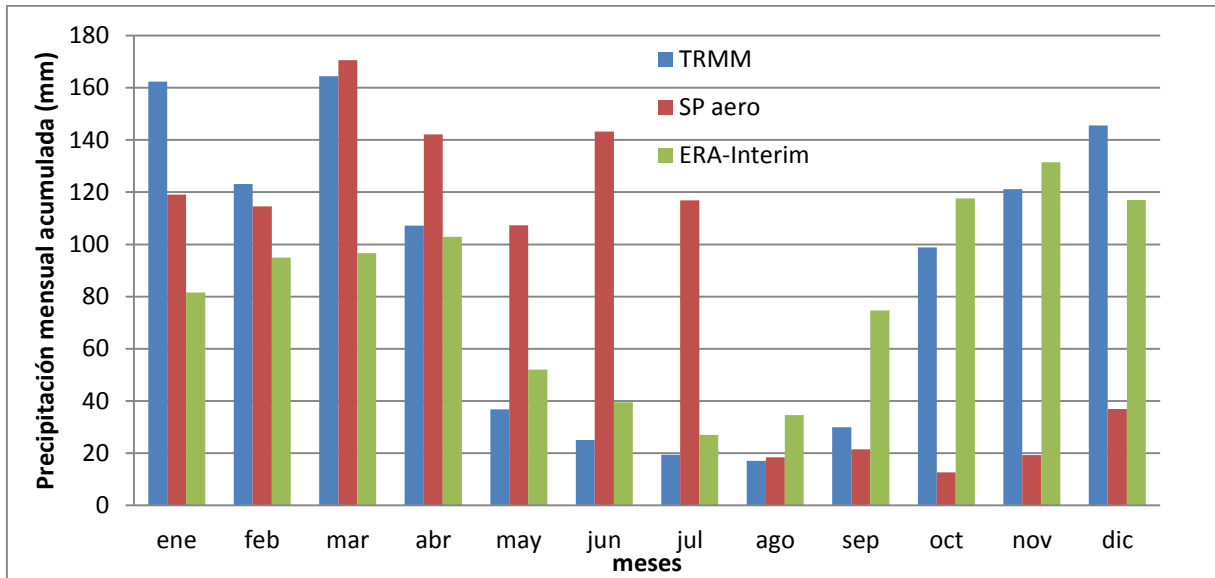
**Figura 1:** Marcha mes a mes de los acumulados mensuales de precipitación, para las series de precipitación de satélite (TRMM), de la estación Roque Sáenz Peña aero (SP aero) y de reanálisis (ERA-Interim), en el periodo octubre 1998 – junio 2009. El eje x muestra los meses en intervalos de 6 empezando en octubre de 1998, el eje y muestra la precipitación en mm.

En la tabla I se observan los coeficientes de correlación obtenidos para las series interanuales de valores mensuales a lo largo del ciclo anual. Estos muestran que la precipitación derivada de TRMM covaria mejor año a año con la precipitación observada en SP aero, en comparación con la base de datos ERA-Interim. Solamente septiembre es el mes cuya variabilidad temporal es la menos representada por TRMM respecto de los otros meses del año. Por el contrario ERA-Interim sólo representa bien la variabilidad año a año de los meses de abril, mayo, julio y octubre. La variabilidad temporal de verano es la menos representada por esta última base de datos.

Meses	TRMM	ERA-Interim
Ene	0.80	<b>0.40</b>
Feb	0.87	0.61
Mar	0.80	0.60
Abr	0.82	0.92
May	0.79	0.89
Jun	0.72	<b>0.47</b>
Jul	0.84	0.75
Ago	0.74	0.58
Sep	0.63	<b>0.41</b>
Oct	0.86	0.77
Nov	0.82	<b>0.46</b>
Dic	0.73	<b>-0.25</b>

**Tabla I:** coeficientes de correlación entre las series interanuales de los valores mensuales de precipitación a lo largo del ciclo anual, entre Roque Sáenz Peña aero (SP aero) y precipitación de satélite (TRMM), y entre SP aero y salida de reanálisis (ERA-Interim). Valores de correlación por encima de  $r=0.52$  significativos al 95%, y por encima de  $r=0.69$  significativos al 99%. En negrita valores no significativos.

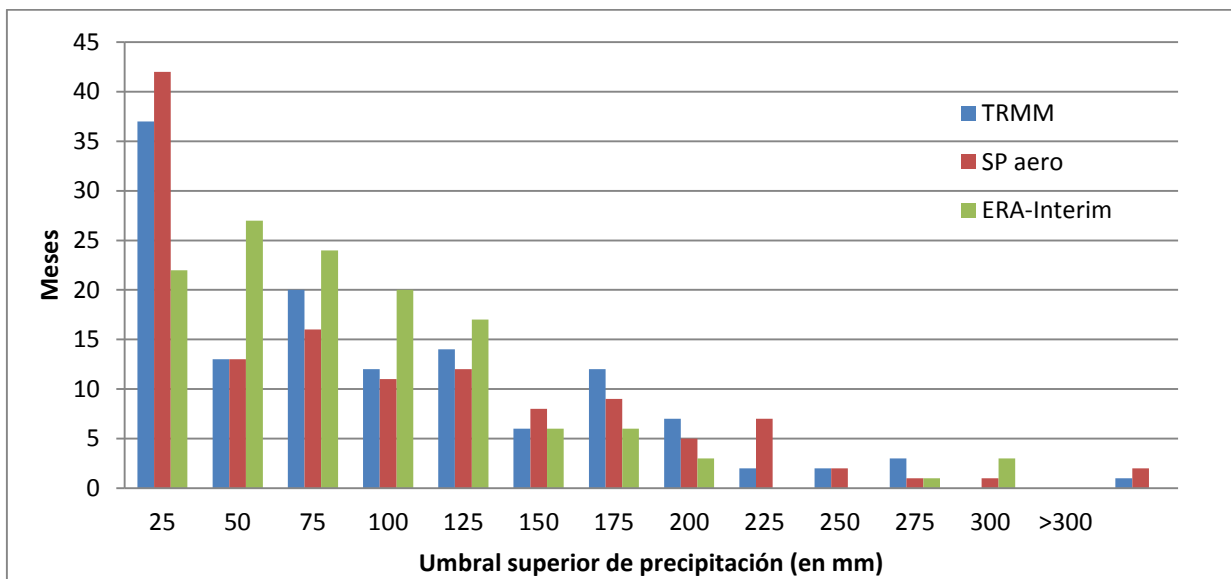
El ciclo anual de precipitación mensual para cada base de datos se muestra en la Figura 2. La estación SP aero muestra un claro mínimo de precipitación entre los meses de agosto y diciembre, así como un máximo de precipitación entre los meses de enero y junio, con un pico claramente marcado en marzo. En el período seco tanto los datos de satélite como los de ERA-Interim sobrestiman los valores de precipitación. El pico de la sobrestimación se observa en octubre para ambas bases, con una sobrestimación de 600% para TRMM y 800% para ERA-Interim. En el periodo húmedo tanto el ERA-Interim como TRMM coinciden razonablemente con los datos de SP aero entre los meses de enero y abril, con un sesgo promedio del 18%; mientras que ambas bases de datos subestiman la precipitación entre mayo y julio, con subestimaciones cercanas al 90%.



**Figura 2:** ciclo anual de la precipitación mensual, obtenido como el promedio de los acumulados mensuales a partir de datos diarios para las series de precipitación de satélite (TRMM), de la estación Roque Sáenz Peña aero (SP aero) y de reanálisis (ERA-Interim, en el periodo enero 1999 y diciembre 2008). El eje x muestra los meses del ciclo anual, el eje y muestra valores de precipitación en mm.

El histograma de frecuencias para los valores mensuales de precipitación en SP aero, TRMM y ERA-Interim para todo el período de análisis se muestra en la Figura 3. SP aero muestra un máximo de frecuencia en el intervalo  $[0,25)$  mm, unos picos relativos en los intervalos  $[50,75)$  mm,  $[100,125)$  mm y  $[150,175)$  mm, y una cola de extremos por encima de 225 mm. Una forma similar de histograma se aprecia con la base de datos TRMM, con una sobrestimación de la frecuencia en valores bajos de precipitación, intervalo  $[0,25)$  mm, y en el intervalo extremo  $[200,225)$  mm.

El histograma obtenido con los datos de ERA-Interim es marcadamente diferente. El intervalo modal es  $[25,50)$  mm con un pico relativo secundario en el intervalo  $[275,300)$  mm. Este resultado muestra que la base de datos TRMM reproduce mejor la función de distribución de probabilidad de ocurrencia de precipitación mensual.

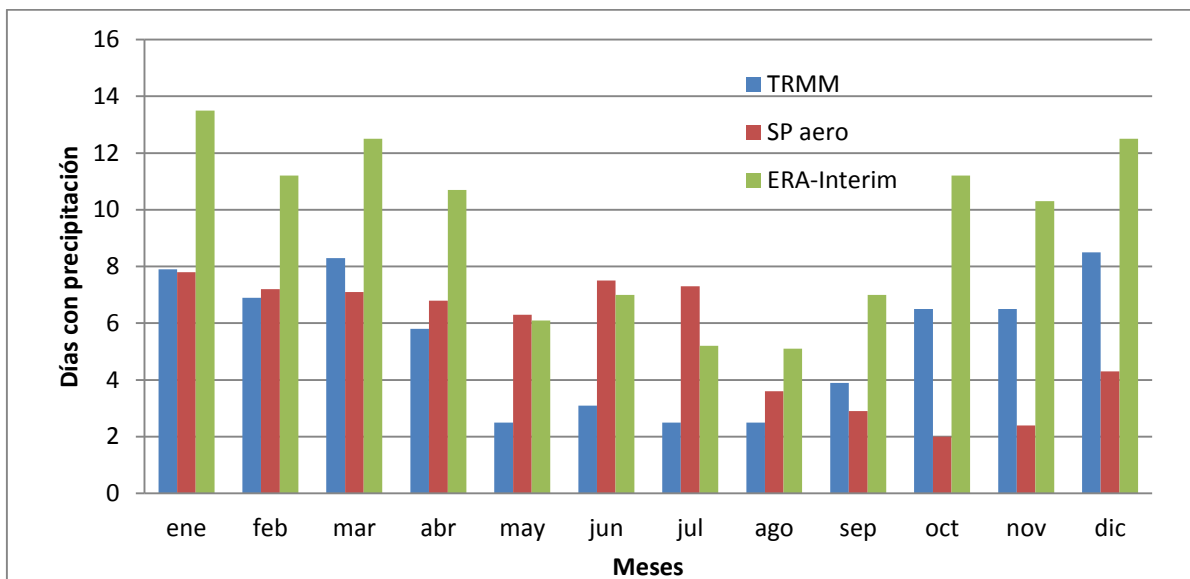


**Figura 3:** histograma de frecuencias absolutas de precipitación mensual para las series de precipitación de satélite (TRMM), de la estación Roque Sáenz Peña aero (SP aero) y de reanálisis (ERA-Interim), en el periodo enero 1999 – diciembre 2008. En el eje x se muestra el límite superior abierto del intervalo de clase, en el eje y se muestran la cantidad de meses.

La Figura 4 muestra la frecuencia media mensual de días con lluvia de cada base de datos. Para SP aero hay una media mensual de 6 días de lluvia durante el período húmedo, valor que decae en promedio a menos de la mitad durante el período seco. Este comportamiento no se observa ni con los datos de TRMM ni de ERA-Interim, los cuales muestran un mínimo de frecuencia entre mayo y septiembre. ERA-Interim sobrestima en más del doble la frecuencia media de días de lluvia respecto a lo observado, con una sobrestimación pico en octubre de 460%.

Por otro lado al comparar la frecuencia media de días con lluvia por mes entre los datos satelitales y los de la estación SP aero, se observa una gran similitud entre los meses de enero y abril, y agosto y septiembre, con un posterior marcado sesgo en los restantes meses.





**Figura 4:** frecuencia absoluta mensual media de días con precipitación, para las series de precipitación de satélite (TRMM), de la estación Roque Sáenz Peña aero (SP aero) y de reanálisis (ERA-Interim), en el periodo enero 1999 – diciembre 2008.

#### 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados preliminares de este estudio exploratorio mostraron claramente que el uso de TP diaria derivada del reanálisis ERA-Interim no es aconsejable para un estudio de la frecuencia mensual de ocurrencia de precipitación diaria. Asimismo los datos mensuales deberidos tampoco pueden utilizarse para evaluar la climatología del ciclo de precipitación, ni para estudios de variabilidad temporal en escala climática, en las inmediaciones de Roque Sáenz Peña. Por ejemplo, el ciclo anual reproducido por ERA-Interim en el área de estudio presentó un fuerte sesgo positivo de hasta 800% respecto de la media mensual en los meses de primavera. Si bien, existen algunos trabajos que muestran que los productos de precipitación derivados del ERA-Interim presentan sesgos leves a moderados, especialmente en regiones llanas de latitudes medias, en el Hemisferio Norte o Europa (de Leeuw y otros 2014), no obstante, nuestro resultado indica que para otras regiones del globo y especialmente, regiones semiáridas con precipitación convectiva, es necesario la evaluación con datos observados en el lugar, antes de iniciar un estudio con estos productos, como lo han sugerido otros autores (Thiemig y otros 2012).

La comparación entre los datos de precipitación en la estación Roque Sáenz Peña y los derivados de satélite (TRMM) indican un potencial uso de los datos TRMM para estudios climatológicos, especialmente en relación a las variaciones año a año (variabilidad interanual) de la precipitación mensual a lo largo del ciclo anual. En cambio, la representación de la amplitud del ciclo anual en general está pobremente representada, especialmente durante el invierno, la primavera y comienzos de verano. Durante los meses de enero a abril, los datos de satélite podrían ser usados para reemplazar el valor observado mensual de precipitación, que es favorable para la recarga de los acuíferos, con un error

medio más acotado de 18%. Si bien, estos datos de satélite presentan sesgos leves a moderados en los campos medios zonales de latitudes subtropicales del Hemisferio Sur (Behrangi y otro 2014), esto se debe esencialmente a la componente oceánica, dado que los sensores remotos de los satélites identifican con menor exactitud la precipitación sobre tierra y regiones semiáridas del Hemisferio Sur (Wang y otros 2014).

En futuros trabajos, se contemplara la ampliación de la base de datos de estaciones meteorológicas en la región subtropical semiárida de Argentina y la longitud de los registros así como también el uso de otros productos de precipitación disponibles tanto en la base de datos TRMM como del reanálisis ERA-Interim.

### **AGRADECIMIENTOS:**

Este trabajo forma parte del Proyecto de extensión universitaria de la FCAG “Primeros pasos en la solución de la problemática de la sequía en Miraflores, Chaco”. Se agradecen los aportes recibidos del Programa GWB de la SEG en el proyecto “Groundwater resources for small rural and aboriginal communities in Chaco Province, Argentina”; y al PICT-2013-0043 de ANCyT.

### **5 . REFERENCIAS**

**Behrangi, A., G. Stephens, R.F. Adler, G.J. Huffman, B. Lambriksen, M. Lebsock,** 2014: An Update on Oceanic Precipitation Rate and Its Zonal Distribution in Light of Advanced Observations from Space. *J. Climate*, 27(11), doi: 10.1175/JCLI-D-13-00679.1, 3957-3965.

**de Leeuw, J., Methven, J. and Blackburn, M.** 2014: Evaluation of ERA-Interim reanalysis precipitation products using England and Wales observations. *Q.J.R. Meteorol. Soc.* doi: 10.1002/qj.2395

**Huffman, George J., Pendergrass, Angeline & National Center for Atmospheric Research Staff (Eds).** Last modified 29 Oct 2014. "The Climate Data Guide: TRMM: Tropical Rainfall Measuring Mission." Retrieved from <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/trmm-tropical-rainfall-measuring-mission>.

**Thiemeg, Vera, Rodrigo Rojas, Mauricio Zambrano-Bigiarini, Vincenzo Levizzani, and Ad De Roo,** 2012: Validation of Satellite-Based Precipitation Products over Sparsely Gauged African River Basins. *J. Hydrometeorol*, 13, 1760–1783. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JHM-D-12-032.1>

**Wang, jian-Jian, Robert F. Adler, George J. Huffman an David Bolvin,** 2014: An Updated TRMM Composite Climatology of Tropical Rainfall and its Validation. *Jou.Clim*, 27, 273-284. DOI: 10.1175/JCLI-D-13-00331.1

**Wilks, Daniel S.,** 2006: *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*, second edition. Ed. Elsevier, 627pp.