

**PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE PRECIPITACIONES EXTREMAS
CON EL ÍNDICE PROBN EN DIFERENTES PERÍODOS NORMALES EN LAS
PROVINCIAS DEL NOROESTE ARGENTINO**

Liliana N. Núñez, Ma. Eugenia Bontempi, É. Carolina González Morinigo, Natalia S. Bonel

Departamento de Agrometeorología, Servicio Meteorológico Nacional, Argentina
25 de mayo 658, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Tel: (011) 5167-6767 interno 18270
Mail de contacto: agro@smn.gov.ar

RESUMEN

La actividad económica de la región del noroeste argentino se basa en la agricultura, en las agroindustrias asociadas y en la minería. De ellas, las dos primeras dependen fuertemente del clima y principalmente de la precipitación, ya que su variabilidad es una de las principales causas de incertidumbre y riesgo para la producción agropecuaria. Las precipitaciones extremas, aquellas que ocurren fuera de las condiciones promedio y de la típica variabilidad de sus promedios, pueden afectar severamente a la economía. El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento de los recursos hídricos en esta región, en particular de las precipitaciones extremas. Para ello se calculó la probabilidad de ocurrencia (Prob10ds) de las precipitaciones extremas de las series de precipitación acumulada en 10 días. Esto se hizo para algunas estaciones de la región, en el período normal estándar 1961-1990 y en el último período normal 1981-2010. Con ello se pudieron identificar los períodos de 10 días en que se registraron precipitaciones superiores a un umbral establecido, su probabilidad de ocurrencia y los cambios observados entre ambos períodos a lo largo del año.

INTRODUCCION

El noroeste argentino comprende las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, Tucumán, Santiago de Estero y La Rioja. La principal actividad económica que se desarrolla en la región es la agricultura, con el cultivo de caña de azúcar, cítricos, bananos y tabaco en la zona tropical, vid en los valles del oeste, aceitunas y nueces en Catamarca y La Rioja principalmente. También es importante la producción a nivel industrial y artesanal de productos derivados (aceites, vinos, azúcar, alcohol, papel, etc.). Existen además explotaciones mineras en gran escala y secundariamente, se desarrolla una ganadería de subsistencia con la cría de ovejas, alpacas y llamas. Con excepción de la minería, la productividad de las actividades mencionadas está fuertemente ligada a las condiciones meteorológicas, particularmente a la precipitación, determinante de la disponibilidad o excesos de agua. Las precipitaciones extremas, aquellas que ocurren fuera de las condiciones promedio y de su típica variabilidad, pueden afectar severamente a la economía.

Esta región presenta un régimen de lluvias caracterizado por los escasos o nulos montos en invierno y las precipitaciones abundantes en los meses cálidos. Los mayores montos acumulados de precipitación se producen en las laderas orientales de la cordillera, disminuyendo en las zonas ubicadas en las planicies hacia el este y en las localidades de altura que se encuentran en la región occidental.

Este trabajo se propone contribuir al conocimiento de los recursos hídricos en esta región, en particular mediante el estudio del comportamiento y variabilidad de las precipitaciones extremas.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Se trabajó con series de datos de precipitación diaria, observada en estaciones meteorológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional que se encuentran situadas dentro del área de estudio (Fig. 1). A partir de estas series se calcularon y graficaron las series de los montos acumulados de 10 días móviles (Mov10d): para cada día del período 1961-2010 se acumuló la precipitación del día más la de los 9 días previos (Fig. 2a a 7a).

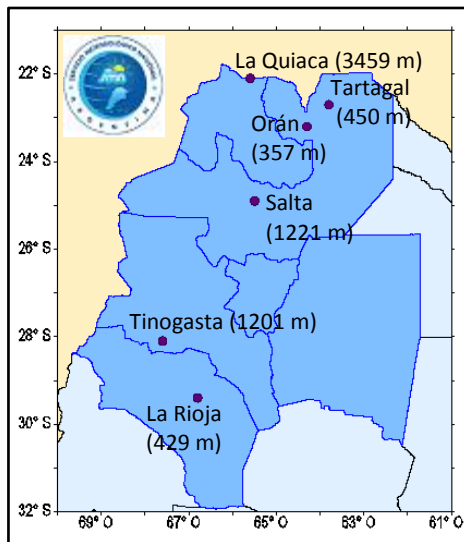


Figura 1.- Ubicación y altura sobre el nivel del mar de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio

Se calculó para cada estación meteorológica el valor del decil 9, valor que iguala o supera al 90% de los datos, correspondiente al período 1961-2010 (Tabla 1). Se aprecia, a partir de estos valores, que las estaciones más occidentales (Tinogasta, La Quiaca) tienen como extremos valores considerablemente inferiores a los de las estaciones más orientales (Tartagal, Orán).

Tabla 1.- Valor del decil 9 de Mov10d correspondiente al periodo 1961-2010 para cada estación meteorológica

Estación meteorológica	La Quiaca	Tartagal	Orán	Salta	Tinogasta	La Rioja
Decil 9 1961-2010	30.8 mm	83.7 mm	80.9 mm	62.2 mm	13.5 mm	33.9 mm

Para cada estación, se utilizó este valor como umbral para el cálculo del Prob10ds (Núñez, 2009, 2010, 2011, 2012; SMN, 2013). El Prob10ds representa la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones acumuladas en 10 días mayores o iguales a un valor umbral, o la frecuencia relativa con que se registró dicho monto.

Este índice se calculó, para cada día del año, para el período normal estándar 1961-1990 y, para su comparación, también para el último período normal 1981-2010 (Fig. 2b a 7b).

En La Quiaca, los mayores máximos anuales registrados (superiores a 100 mm, Fig. 2a) se produjeron con posterioridad al año 1987; sólo un evento en el periodo 1961-1990 y seis entre 1981 y 2010.

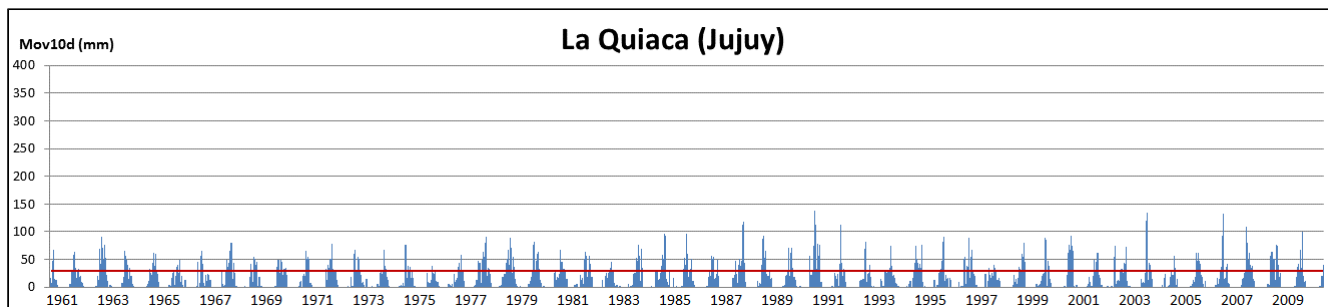


Figura 2a.- La Quiaca (provincia de Jujuy): serie de Mov10d 1961-2010 (|) con el valor del decil noveno (-)

En la Figura 2b, comparando los dos períodos considerados, se observa un incremento del Prob10ds, o de la frecuencia de Mov10d extremos, en los meses cálidos, con excepción del mes de febrero que presenta, en el último período estudiado, un mínimo en el índice. Asimismo, se retrasó el inicio del periodo con Prob10ds superiores al 10% desde los últimos días de noviembre para 1961-1990 hacia mediados de diciembre para 1981-2010.

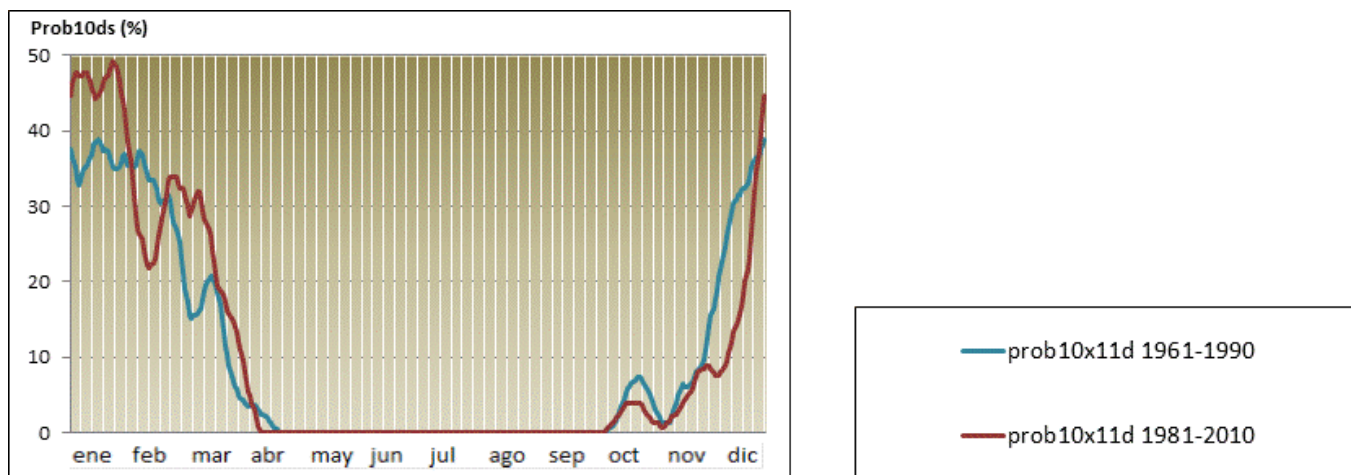


Figura 2b.- La Quiaca (provincia de Jujuy): marcha anual del índice Prob10ds de 30.8 mm (valor del decil 9) para los períodos normales 1961-1990 y 1981-2010

En la estación Tartagal no se aprecia una variación importante en los montos máximos a lo largo del período 1961-2010 (Fig. 3a)

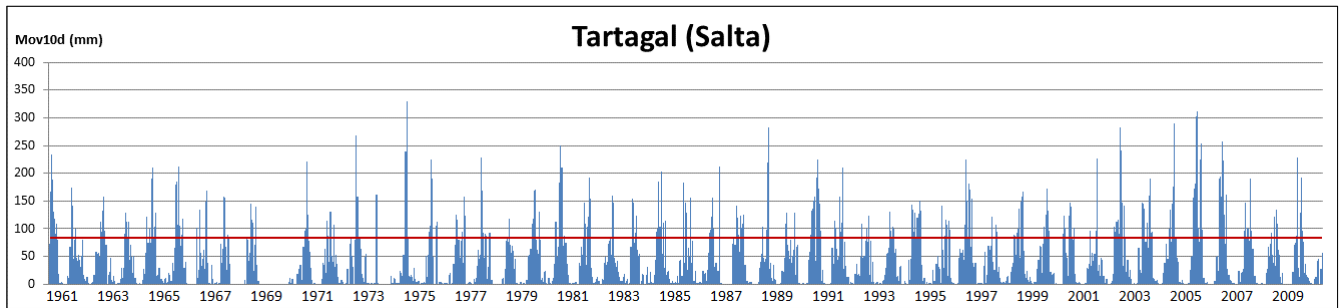


Figura 3a.- Tartagal (provincia de Salta): serie de Mov10d 1961-2010 (|) con el valor del decil noveno (-)

Nuevamente comparando ambos períodos, a partir del Prob10ds (Fig. 3b) se observa en diciembre un adelantamiento del comienzo de ocurrencia de los mayores montos. En enero, se registra una reducción en su ocurrencia, y en febrero y marzo un importante incremento del índice, con valores del Prob10ds tan importantes como los de enero en el último mes.

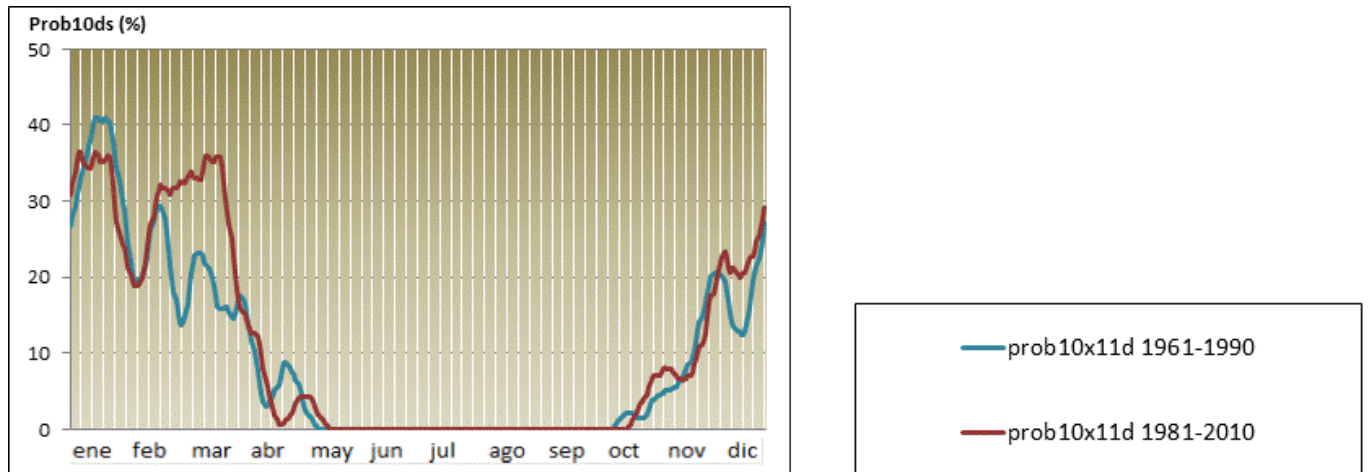


Figura 3b.- Tartagal (provincia de Salta): marcha anual del índice Prob10ds de 83.7 mm (valor del decil 9) para los períodos normales 1961-1990 y 1981-2010

Por su ubicación geográfica, Orán es, seguida por Tartagal, la estación que presenta los mayores valores de Mov10d entre las estudiadas (Fig. 4a). Los montos más extremos ocurrieron en los veranos de 1982-1983 y 1986-1987.

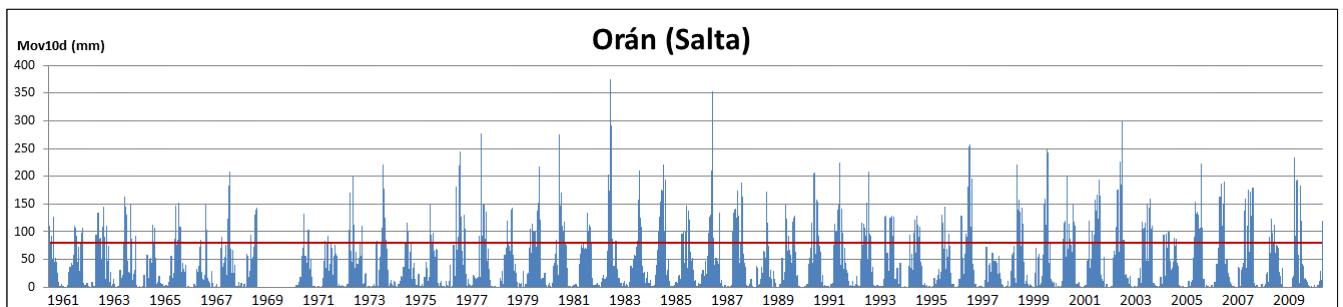


Figura 4a.- Orán (provincia de Salta): serie de Mov10d 1961-2010 (|) con el valor del decil noveno (-)

En esta estación se observa, al comparar los periodos 1961-1990 y 1981-2010 (Fig. 4b), un aumento en el Pro10ds en casi todo el período húmedo, siendo de alrededor del 10% en el cuatrimestre cálido.

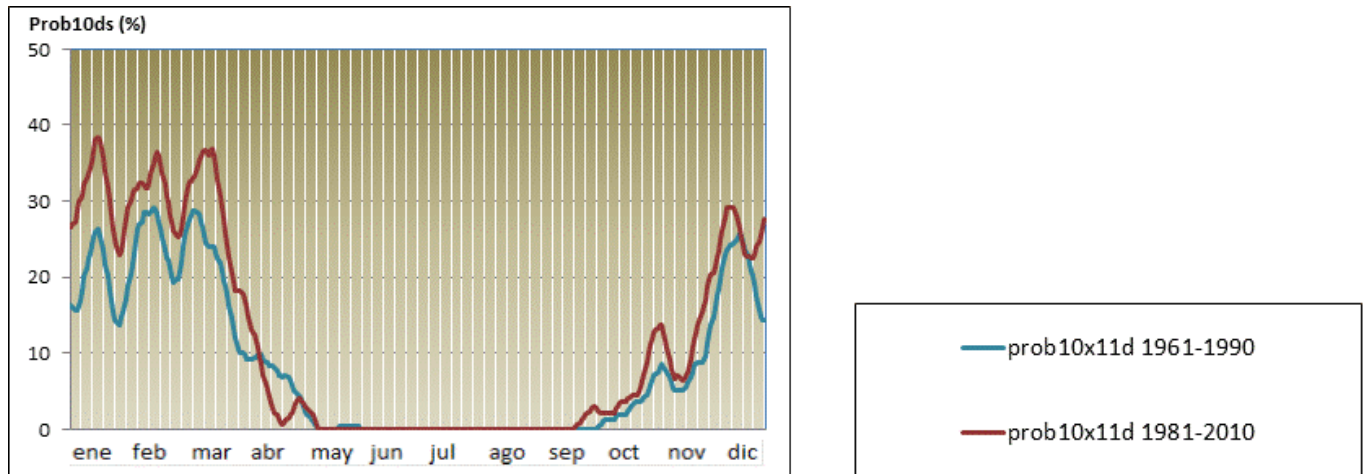


Figura 4b.- Orán (provincia de Salta): marcha anual del índice Pro10ds de 80.9 mm (valor del decil 9) para los periodos normales 1961-1990 y 1981-2010

En Salta, si bien los montos decádicos acumulados máximos no presentaron variaciones destacables a lo largo de los años 1961-2010 (Fig. 5a), sí se registró (Fig. 5b) un incremento importante en el Pro10ds desde fin de diciembre hasta los primeros días de febrero y un descenso posterior hasta principios de marzo.

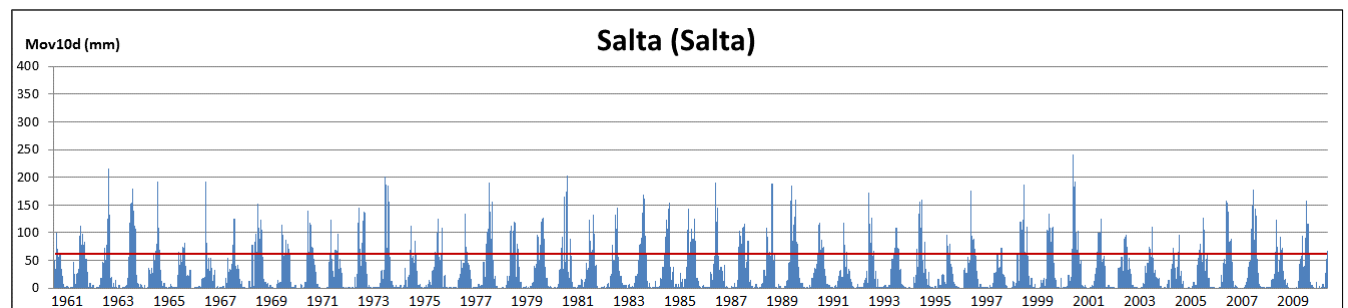


Figura 5a.- Salta (provincia de Salta): serie de Mov10d 1961-2010 (|) con el valor del decil noveno (-)

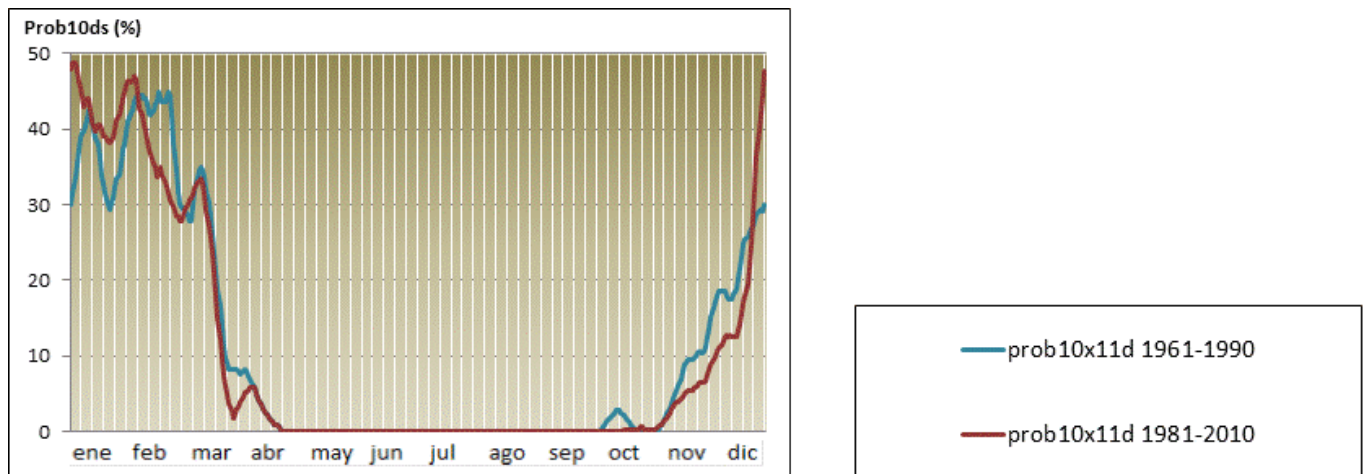


Figura 5b.- Salta (provincia de Salta): marcha anual del índice Pro10ds de 62.2 mm (valor del decil 9) para los periodos normales 1961-1990 y 1981-2010

Tinogasta (Fig. 6a) registró los acumulados decádicos más extremos entre 1988 y 1991, y se destacan los períodos 1964-1970 y 2001-2010, en los cuales el valor de Mov10d nunca superó los 50 mm, y 2001-2007, donde sólo se superó el decil 9 (13.5 mm) en 6 oportunidades.

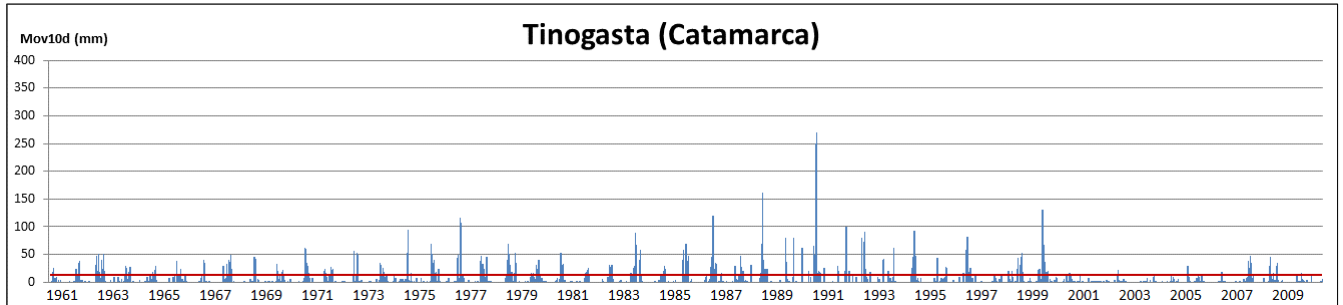


Figura 6a.- Tinogasta (provincia de Catamarca): serie de Mov10d 1961-2010 (|) con el valor del decil noveno (-)

Se produjo una disminución marcada del Prob10ds (Fig. 6b) en febrero-abril en 1981-2010 respecto de 1961-1990. Asimismo, en 1981-2010 se registraron algunos eventos con montos de lluvia acumulada superiores a 13.5 mm durante agosto y septiembre, mientras que en 1961-1990 nunca se habían observado estos valores. Cabe destacar el máximo que se registra en julio y que es común a ambos períodos.

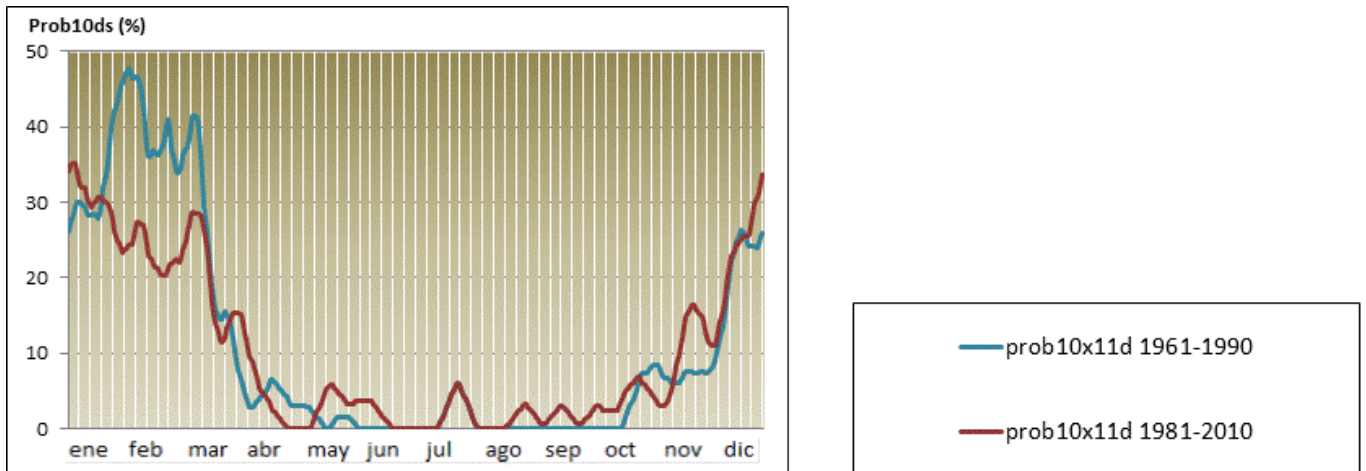


Figura 6b.- Tinogasta (provincia de Catamarca): marcha anual del índice Prob10ds de 13.5 mm (valor del decil 9) para los períodos normales 1961-1990 y 1981-2010

En la estación de La Rioja (Fig. 7a) se observan los montos máximos más pequeños de la serie entre los años 1968 y 1973.

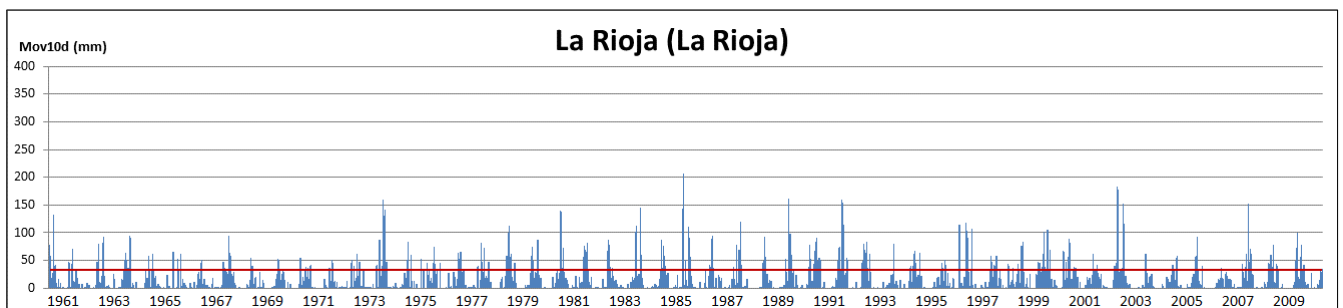


Figura 7a.- La Rioja (provincia de La Rioja): serie de Mov10d 1961-2010 (|) con el valor del decil noveno (-)

Con respecto a la Fig. 7b, a mediados de enero, donde para el período 1961-90 se observa un mínimo relativo en el Prob10ds, puede verse en el último período normal el máximo absoluto, lo que se invierte en los últimos días del mismo mes y principios de febrero.

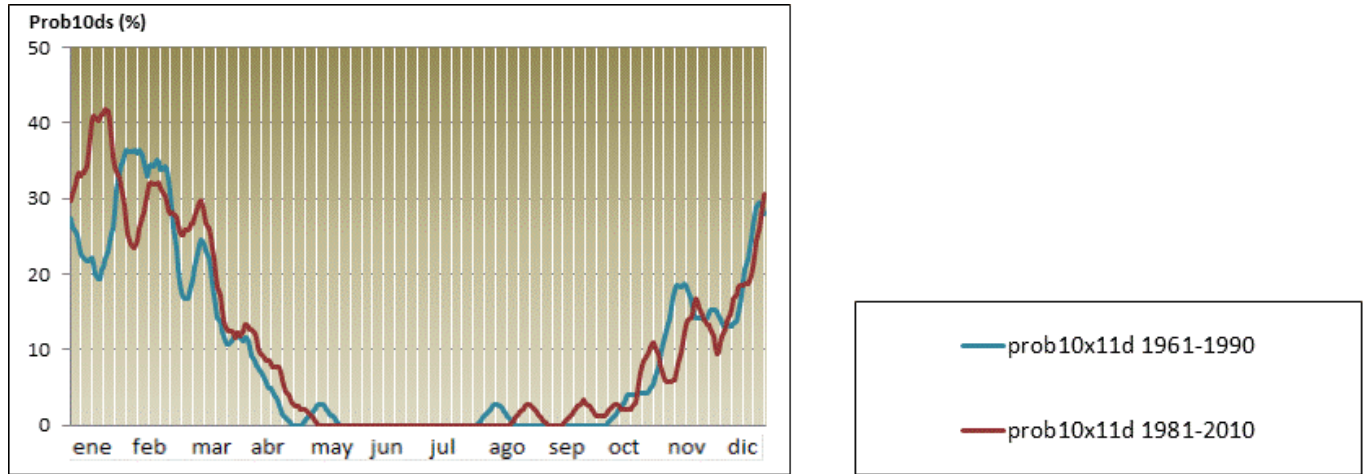


Figura 7b.- La Rioja (provincia de La Rioja): marcha anual del índice Prob10ds de 33.9 mm (valor del decil 9) para los períodos normales 1961-1990 y 1981-2010

CONCLUSIONES

Resumiendo los resultados obtenidos, se puede deducir que, en general, se produjo un aumento en el Prob10ds para diciembre-enero en 1981-2010 respecto de 1961-1990 en casi toda la región. Se destaca lo encontrado en La Quiaca, donde se ve en la serie de Mov10d un incremento importante de los valores de los máximos a partir de mediados de la década 1981-1990.

En Tartagal, comparando ambos períodos, se observa en febrero y marzo un importante incremento de Prob10ds.

Orán, que es la estación que presenta los mayores valores de Mov10d entre las estudiadas, registró los montos más extremos en los veranos de 1982-1983 y 1986-1987.

En Salta los montos decádicos acumulados máximos no presentaron variaciones destacables a lo largo de los años 1961-2010.

En la estación de Tinogasta se observó un período (1988-1991) con máximos de Mov10d muy extremos, mientras que hubo un periodo anterior (1964-1970) y uno posterior (2001-2010) en que se registraron los menores máximos de la serie.

En La Rioja se puede ver que en la primera mitad del período 1961-1990 se registraron valores de Mov10d máximos algo inferiores al resto de la serie.

REFERENCIAS

Núñez, L. 2009. Overview of Drought Indices al Argentine National Meteorological Service. Inter.-Regional Workshop on Indices and Early Warning Systems for Drought. Lincoln, Nebraska. 8 al 11 de diciembre de 2009. http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/meetings/wies09/wies09_present.html, <http://www.wamis.org/agm/meetings/wies09/S38-Nunez.pdf>

Núñez, L. 2010. CAgM-XV (XV Sesión de la Comisión de Meteorología Agrícola de la OMM). Belo Horizonte, Brasil, 15-21 de Julio de 2010.

http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/cagm/cagm_15thsession.html,
http://www.wamis.org/agm/meetings/cagm15/OF_Nunez_Argentina.pdf

Núñez, L. 2011. MovN, MovN*N y ProbN : métodos para el análisis, la evaluación y la calificación de la precipitación y otras variables . - 1a ed. - Buenos Aires: Servicio Meteorológico Nacional, 2011.116 p. ISBN 978-987-22663-2-5. Sin publicar.

Núñez, L. 2012. Monitoring drought in Argentina. WCRP Global Drought Information System Workshop in Frascati, Italy, 11 al 13 de abril 2012. <http://www.clivar.org/sites/default/files/Nunez.pdf>

SMN, 2013. Servicios Climáticos. Información Agrometeorológica. Referencias
<http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=agro&id=14#prob10d>