

## **El comportamiento temporal y espacial de los montos estacionales de precipitación en el Nordeste Argentino – 1931/2005**

### **Temporal and spatial behavior of seasonal rainfall amounts in Northeastern Argentina - 1931/2005**

**Prof. María Emilia Pérez**

Prof. Titular Cátedra: Seminario de Fisiografía

Prof. Adjunta Cátedra: Climatología

Dpto. Geografía - Facultad de Humanidades – UNNE-

mail: [meperez@hum.unne.edu.ar](mailto:meperez@hum.unne.edu.ar)

#### **Resumen**

La principal característica climática de las precipitaciones es su irregularidad espacial y temporal, irregularidad que provoca una alta variabilidad, por lo que en ocasiones las lluvias mensuales, estacionales y anuales se alejan marcadamente de sus valores normales. Algunas de estas supuestas “alteraciones” en los montos y distribución de las lluvias, son motivo de variadas interpretaciones, que actualmente, es común atribuirles a la existencia del “calentamiento global”, asociado al “cambio climático” del que tanto se habla.

Basados en la información disponible, nuestro objetivo es analizar el comportamiento temporal y espacial de los montos estacionales de precipitación en el Nordeste de nuestro país, a efectos de detectar fluctuaciones y tendencias interanuales a corto y mediano plazo durante el período 1931/2005.

El análisis realizado permitió concluir que los montos pluviométricos presentan tendencias lineales temporal y espacialmente positivas en toda el área de estudio, especialmente en las lluvias de verano y primavera y leves descensos en algunas localidades en otoño e invierno. No obstante, las tendencias polinómicas indican que el aumento no ha sido continuo ni uniforme en el tiempo, sino que revelan la presencia de fluctuaciones u “oscilaciones” interestacionales que delimitan fases secas interpuestas con fases húmedas.

**Palabras clave:** Nordeste Argentino; montos estacionales de precipitación; fluctuaciones pluviométricas estacionales; variabilidad y tendencias pluviométricas.

#### **Summary**

The main climatic characteristic of the precipitations is its spatial and temporary irregularity, irregularity that causes a high variability, so in occasions the monthly, seasonal and annual rains move markedly away from their normal values. Some of these supposed "alterations" in the amounts and distribution of rainfall are the

reason of varied interpretations that, at the moment, it is now commonly to attribute them to the existence of "global warming" associated with "climate change" that so much is spoken.

Based on the available information, our objective is to analyze the temporary and space behavior of the seasonal amounts of precipitation in the Northeast of our country, to effects of detecting fluctuations and interannuals trends to short and medium term during the period 1931/2005.

The carried out analysis allowed to conclude that the pluviometrics amounts presents temporary and spatially positive lineal trends in the whole study area, especially in the summer and spring rains and weigh descents in some towns in autumn and winter. Nevertheless, the polynomial trends indicate that the increase has not been continuous neither uniform in the time, but rather they indicate the presence of fluctuations nor "oscillations" inter seasonally that define dry phases interposed with wets phases.

**Key words:** Argentinean northeast; seasonal rainfall amounts; rainfall fluctuations; variability and trends of seasonal rainfall.

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, el tema estrella en los estudios de Climatología, ha sido sin dudas, el del hipotético "cambio climático", las consecuencias que ocasionaría sobre la población, actividades económicas y los ecosistemas, así como la previsión de sus efectos. Los medios de comunicación han contribuido enormemente a esta tendencia, convirtiendo al cambio climático en una cuestión que, sin menospreciar su verdadera importancia, ha alcanzado una repercusión social sobredimensionada en la que cualquier manifestación meteorológica extrema, tal como un período demasiado caluroso, una ola de frío fuera de época, una sequía o una secuencia de precipitaciones que deriva en inundación, pasan a ser considerados como una señal inequívoca del cambio climático.

Como lo hicimos notar en una publicación anterior, a partir de los años 1980 comienza un nuevo período en las investigaciones climáticas, especialmente a partir de los catastróficos efectos del evento El Niño de 1982/83, con trabajos dedicados a investigar el comportamiento y variabilidad de los montos y tendencias de las precipitaciones en relación con la temperatura del agua del mar y la circulación atmosférica, y la hipótesis del calentamiento global. Estos estudios señalan que durante las últimas décadas del siglo XX, se experimentó un aumento de las precipitaciones en el sur de América del Sur, especialmente en las regiones Nordeste y Pampeana de nuestro país, lo que se destaca claramente al comparar los montos de este período con los de las décadas anteriores, principalmente los de los años 1930/1960. Ante estas particularidades consideramos importante poder determinar si este comportamiento forma parte de la variabilidad natural del clima, o, si como es aceptado por numerosos investigadores, se debe a la presencia de un cambio climático a raíz del aumento de la temperatura del planeta.

Este planteamiento es importante ya que el comportamiento futuro de la precipitación puede influenciar en muchos aspectos de la realidad socio-económica nacional y regional, en la que agricultura y ganadería desempeñan un papel de suma importancia, por otra parte, ambas actividades son susceptibles de padecer serios inconvenientes relacionados con la estabilidad de la producción. En los últimos años 30 años la irregularidad en los montos de precipitación, que causaron prolongados períodos de exceso de humedad y frecuentes sequías, han sido las principales causas de origen climático, que han conspirado contra el sector productivo. De la misma manera, se podrían producir importantes cambios ambientales, ya que el comportamiento y los montos de precipitación actúan directamente en el balance hídrico superficial, en el que precipitación y evaporación son elementos determinantes, produciendo por lo tanto, modificaciones en el régimen del balance del calor y humedad, en otras palabras podrían alterar el clima.

## 2. Objetivos

Dentro de este contexto general, y basados en la información disponible, nuestro objetivo es:

- Analizar el comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones en el Nordeste Argentino, a efectos de detectar fluctuaciones interestacionales.
- Estudiar las tendencias pluviométricas estacionales a corto y mediano plazo.
- Determinar la variabilidad pluviométrica estacional durante el período 1931/2005.

## 3. Información y Metodología utilizadas

Se utilizaron los registros mensuales y estacionales de precipitación de las estaciones meteorológicas del Nordeste Argentino que poseen series de 75 años. Como solamente 5 localidades cuentan con esta información, se incluyeron dos estaciones más, que si bien no pertenecen al Nordeste en sentido estricto, se encuentran localizadas próximas a ella, en el Chaco occidental: Rivadavia y Santiago del Estero. (Tabla 1 y Figura 1). <sup>1</sup>

**Tabla 1. Localización y series de las Estaciones del Nordeste.**

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Período Datos
Posadas	27° 22' S	55° 58' S	133 m	1931/2005
Corrientes	27° 27' S	58° 46' W	62 m.	1931/2005
Sáenz Peña	26° 49' S	60° 27' W	92 m	1931/2003
Rivadavia	24° 10' S	62° 54' W	205 m	1931/1990
Paso de los Libres	29° 41' S	57° 09' W	70 m	1931/2005
Ceres	29° 53' S	61° 57' W	88 m	1931/2005
Sgo. del Estero	27° 46' S	64° 18' W	199 m	1931/2005

FUENTE: datos del Servicio Meteorológico Nacional

Estos registros pluviométricos corresponden a las series “históricas” de precipitación (período 1931/2005) proporcionadas por el sitio web de la NOAA y el National Climatic Data Center (<http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html>) con excepción de la estación Sáenz Peña, cuyos datos fueron proporcionados por el INTA. Estas series de observación pueden ser consideradas de buena calidad, depuradas y homogéneas, además, se complementan con la información suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional (Estadísticas Climatológicas). Todos los gráficos y tablas que figuran en el trabajo, fueron elaborados a partir de la normalización de estas series<sup>2</sup>.



Figura 1. Localización de las estaciones meteorológicas

Para llevar adelante el trabajo, se desarrollaron varias etapas apoyadas en procedimientos estadísticos y en representaciones gráficas y cartográficas, consistentes en el desarrollo de cinco pasos fundamentales: a) localización y selección de las estaciones existentes, b) recopilación, ordenamiento y procesamiento de la información, c) representación gráfica y cartográfica de los valores registrados y calculados anual y estacionalmente, d) análisis e interpretación, e) elaboración de conclusiones finales.

Una vez seleccionadas y localizadas las estaciones, se prepararon las series de precipitación en escala temporal estacional (para cada localidad, se promediaron los valores mensuales para obtener los valores estacionales). Se utilizaron además, técnicas estadísticas complementarias para detectar con mayor claridad las fluctuaciones interestacionales de la precipitación: la magnitud de las tendencias se estableció a través de las pendientes de regresión lineal mediante el método de los mínimos cuadrados (que es una manera simple y útil para caracterizar las variaciones climáticas de largo plazo). Para obtener un mejor y más preciso análisis e interpretación del comportamiento temporal y espacial se utilizaron también las curvas de tendencia polinómica <sup>3</sup>.

El ritmo estacional y su variabilidad temporal y espacial se analizaron mediante los promedios decenales y el coeficiente de fluctuación, a partir de los montos máximos y mínimos absolutos registrados estacionalmente durante el período de estudio <sup>4</sup>.

Las estaciones astronómicas se determinaron usando la definición meteorológica Standard (normal), es decir, el verano astronómico comprende los meses de Diciembre-Enero-Febrero (el mes de Diciembre corresponde al año anterior), otoño: Marzo-Abril-Mayo, invierno: Junio-Julio-Agosto, y primavera: Septiembre-October-Noviembre) a efectos de poder comparar el comportamiento de las precipitaciones en el Nordeste de nuestro país con los trabajos realizados a nivel de país y Sudamérica <sup>5</sup>.

#### **4. Los Montos o Registros Estacionales de Precipitación**

En un trabajo publicado en la revista IDIA en diciembre de 1951, Teodoro Weber, manifestaba que “Es muy frecuente escuchar opiniones en el sentido de que el clima está sufriendo un cambio en nuestros días. La lluvia es el elemento citado con más frecuencia como cambiante, atribuyéndosele una sensible disminución. Este convencimiento tan arraigado en la campaña, es compartido por muchos profesionales y también lo fue por el autor de estas líneas en sus comienzos...” Más adelante continúa preguntándose “¿cuál es la explicación de tales fenómenos? Sencillamente se opina que las lluvias disminuyen y que el clima está cambiando. Hay que desechar tan sencilla y fácil explicación y estudiar los fenómenos de la naturaleza en todos y en cada uno de sus variados aspectos. Ellos no tienen siempre una causa única, sino varias causas concurrentes. Necesario es conocer todos los factores, discernir acertadamente la importancia de cada uno y descubrir de tal modo las causas principales. Conocidas éstas, puede encararse la solución sobre una firme base” <sup>6</sup>.

Estas palabras no han perdido actualidad, ya que algo más de medio siglo después, vuelven no sólo a escucharse sino también a responderse de idéntica manera. La respuesta a los interrogantes planteados debe, por lo tanto, fundamentarse en el análisis de las series de precipitación de las estaciones del Nordeste de nuestro país, a lo largo de los 75 años de registro, a los que actualmente se pueden acceder a través de los sitios web citados anteriormente. Con estos procedimientos se podría estar en condiciones de detectar si las diferencias existentes se deben realmente a un cambio climático o si sólo responden a fluctuaciones de corto y mediano plazo.

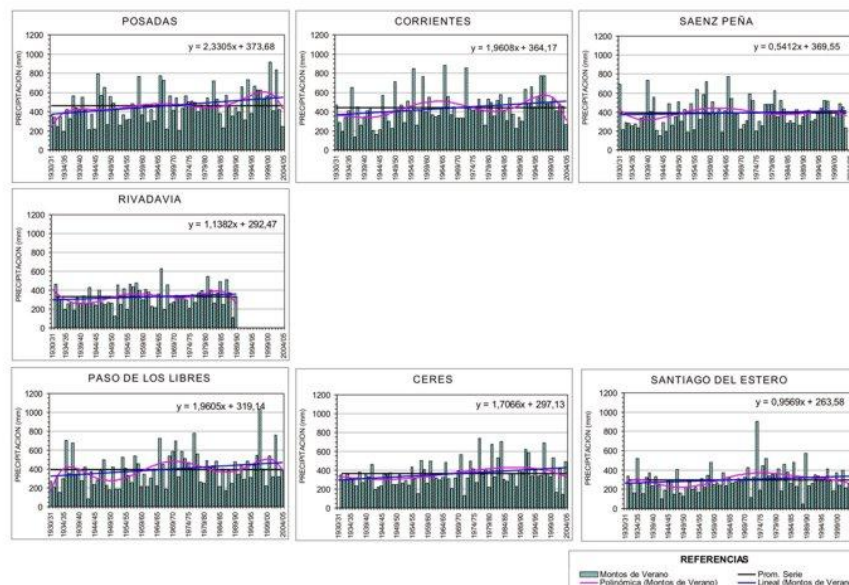
#### 4.a. Fluctuaciones de Verano

Los montos de precipitación de Verano evidencian tendencias lineales positivas en todas las estaciones consideradas, tal como se observa en la Figura 2. Los incrementos más marcados corresponden a las localidades de Posadas, Corrientes y Paso de Los Libres.

Si bien las tendencias lineales indican un aumento generalizado de los montos pluviométricos durante los años de estudio, las tendencias polinómicas permiten detectar períodos con aumentos y períodos con descenso de los valores, al igual que patrones de comportamiento similares a los ya expuestos, oportunamente, para los montos anuales. Al respecto, son notorias las similitudes existentes entre los ritmos de las localidades del oriente (Posadas, Paso de los Libres y en menor medida con Corrientes) y occidente (Santiago del Estero) con un ritmo inverso al anterior. Las localidades del centro del área de estudio (Sáenz Peña y Ceres) presentan un ritmo intermedio o complementario entre ambas. También es de destacar los marcados descensos de los registros a partir del año 2000 en todas las estaciones consideradas.

Figura 2.

MONTOS PLUVIOMETRICOS DE VERANO (en mm) - PERIODO 1930/31 - 2004/2005



Otra característica a señalar corresponde a la existencia de veranos muy secos interpuestos a otros muy húmedos. El mes con mayor peso en las lluvias de verano corresponde a febrero en Posadas y enero en Corrientes, Sáenz Peña, Rivadavia, Paso de los Libres, Ceres y Santiago del Estero.

Las particularidades detectadas se pueden sintetizar estadísticamente, a través de los montos registrados decenalmente, que figuran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Montos pluviométricos decenales de Verano (en mm). Período 1931/1940 a 1991/2000**

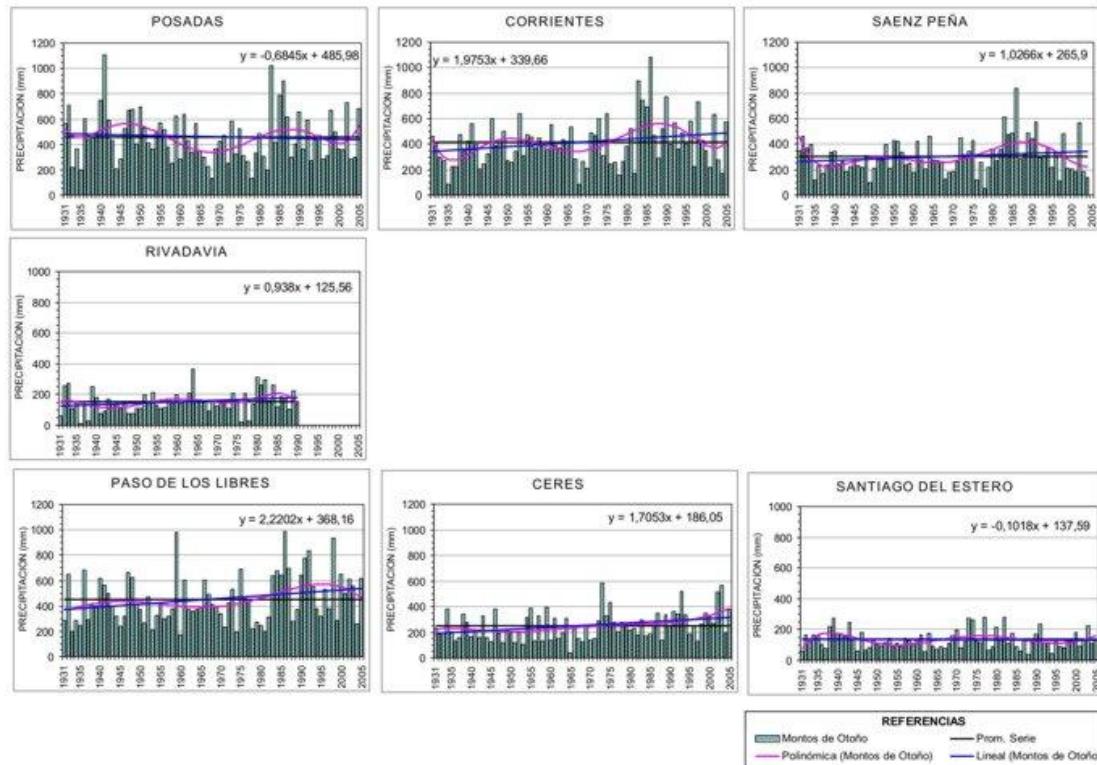
ESTACIÓN	1931/40	1941/50	1951/60	1961/70	1971/80	1981/90	1991/00
Posadas	365	459	425	467	455	466	548
P. de los Libres	370	295	353	397	483	372	452
Corrientes	352	361	476	464	452	413	559
Sáenz Peña	366	341	424	423	388	383	406
Ceres	319	303	321	350	392	419	439
Sgo. del Estero	291	230	270	290	398	335	305
Rivadavia	286	299	351	340	322	365	s/d

FUENTE: Datos de NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional e INTA Sáenz Peña.

#### 4.b. Fluctuaciones de Otoño

En los montos de Otoño, lo primero que se advierte es que las tendencias lineales, si bien positivas, son mucho menos marcadas que las de Verano, lo que significa que las lluvias de Otoño no tuvieron un aumento tan significativo durante el período de estudio; en segundo lugar, comienzan a aparecer tendencias lineales suavemente negativas en Posadas y Santiago del Estero.

**Figura 3.**  
**MONTOS PLUVIOMETRICOS DE OTOÑO (en mm) - PERIODO 1931 - 2005**



Las tendencias polinómicas por el contrario, evidencian una periodicidad más marcada en los “ciclos” de Posadas, Corrientes y Sáenz Peña que, por otra parte, son coincidentes o están en fase, lo que no ocurre con las restantes localidades. De todas maneras, los aumentos más importantes se produjeron entre los años 1980/1995, con excepción de Santiago del Estero y Ceres cuyos incrementos corresponde a los años 1970 y 2000 respectivamente. Los últimos años representados, exhiben un ligero aumento de los montos pluviométricos entre los años 2000 y 2005 en todas las estaciones con excepción de Paso de los Libres en la que se advierte un leve descenso <sup>7</sup>.

Se destaca una marcada disminución de los montos con respecto del verano, fundamentalmente en Rivadavia y Santiago del Estero. En esta estación, el mes con mayor peso en las lluvias corresponde al de abril en Posadas, Corrientes y Paso de los Libres, y marzo en Sáenz Peña, Rivadavia, Ceres y Santiago del Estero.

Las características detectadas se pueden sintetizar estadísticamente, a través de los montos registrados, que se exponen a continuación.



**Tabla 3. Montos pluviométricos decenales de Otoño (en mm). Período 1931/1940 a 1991/2000**

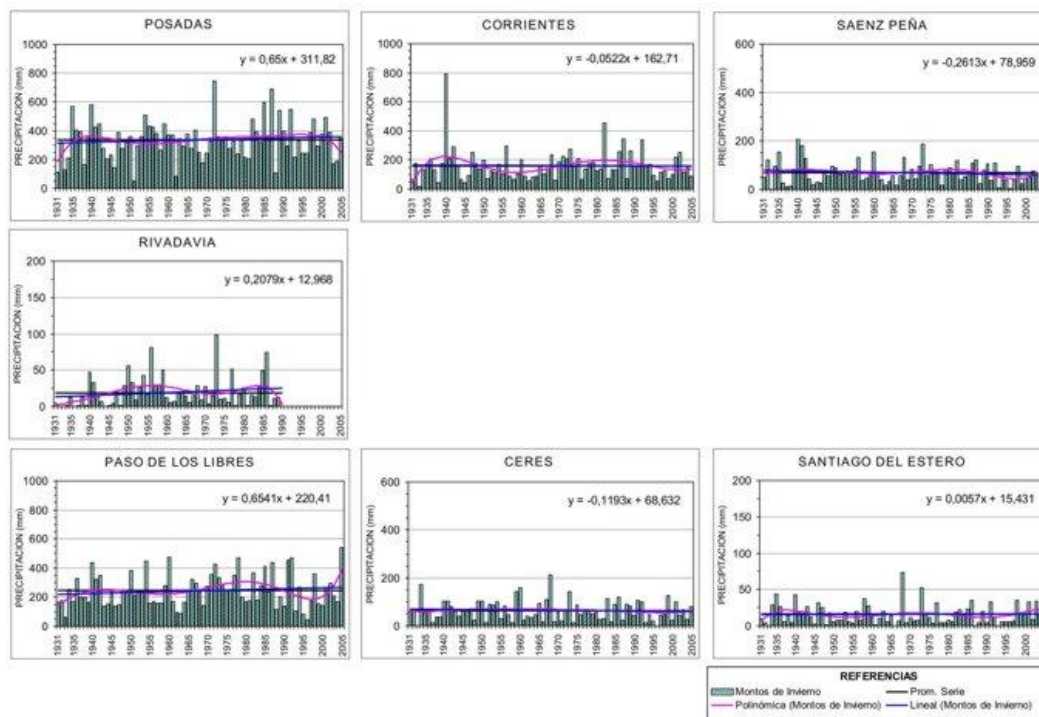
ESTACIÓN	1931/40	1941/50	1951/60	1961/70	1971/80	1981/90	1991/00
Posadas	480	559	444	377	369	560	427
P. de los Libres	406	441	384	433	370	544	565
Corrientes	324	391	404	355	382	615	453
Sáenz Peña	301	227	301	266	281	457	312
Ceres	226	208	224	189	301	236	304
Sgo. del Estero	152	133	114	118	163	130	123
Rivadavia	145	114	154	172	146	194	s/d

FUENTE: Datos de NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional e INTA Sáenz Peña.

#### 4.c. Fluctuaciones de Invierno

Las tendencias lineales indican un suave incremento de las precipitaciones en Posadas, Paso de los Libres y Santiago del Estero, y una leve disminución de los mismos en el resto de las localidades.<sup>8</sup>

**Figura 4.**  
**MONTOS PLUVIOMETRICOS DE INVIERNO (en mm) - PERIODO 1931 - 2005**



Las tendencias polinómicas por su parte, permiten observar Inviernos lluviosos alternados con inviernos secos y similares patrones de comportamiento en las

estaciones, especialmente en las de Posadas, Corrientes, Sáenz Peña y Paso de los Libres. Otra característica a destacar es la presencia de Inviernos muy lluviosos, que sobrepasan ampliamente los valores medios y sobresalen marcadamente en la representación gráfica por los altos montos precipitados. El mes con mayor peso en las lluvias de invierno corresponde al de junio en todas las localidades consideradas.

Las características detectadas se pueden sintetizar estadísticamente, a través de los montos registrados decenales, que se exponen en el cuadro a continuación.

**Tabla 4. Montos pluviométricos decenales de Invierno (en mm). Período 1931/1940 a 1991/2000**

ESTACIÓN	1931/40	1941/50	1951/60	1961/70	1971/80	1981/90	1991/00
Posadas	325	306	353	281	352	408	341
P. de los Libres	214	232	254	204	308	254	226
Corrientes	191	163	134	120	176	201	139
Sáenz Peña	75	75	80	53	82	77	45
Ceres	90	71	77	65	61	64	53
Sgo. del Estero	18	15	15	15	15	15	14
Rivadavia	8	49	66	48	57	52	s/d

FUENTE: Datos de NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional e INTA Sáenz Peña.

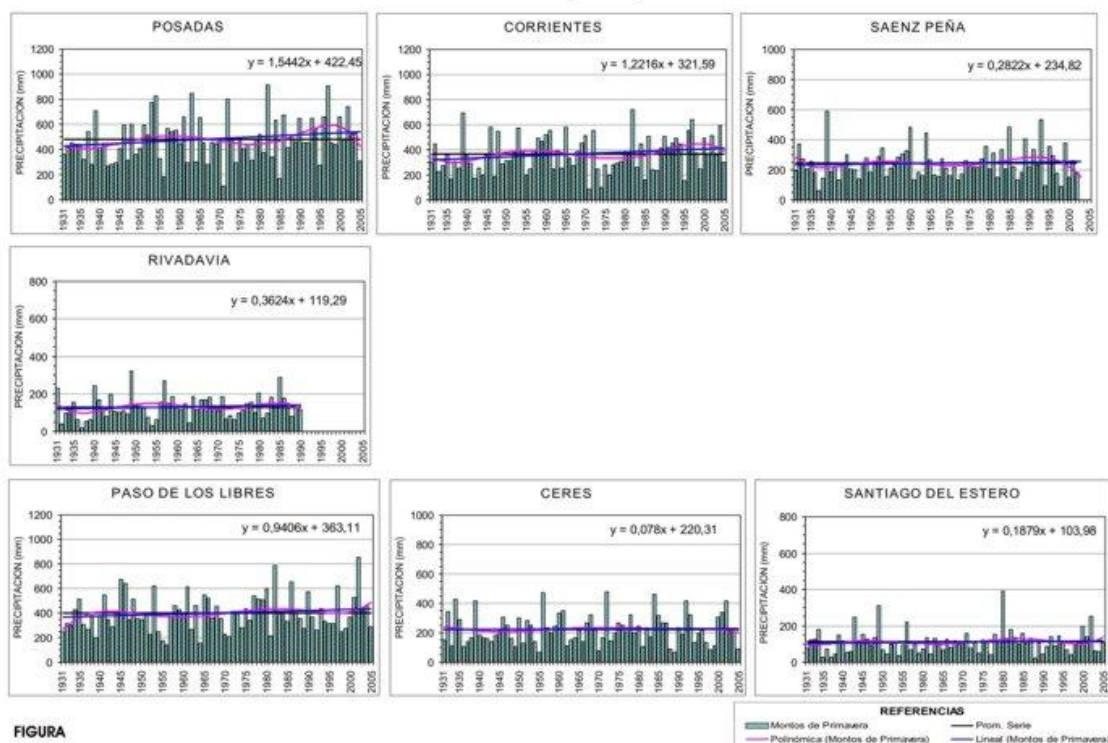
En cuanto a la oscilación de los montos invernales, los montos extremos registrados en el período dan idea de la alta variabilidad que presenta esta estación, ya que los coeficientes de fluctuación llegan a infinito en Sáenz Peña, Ceres, Santiago del Estero y Rivadavia, cuyos registros son nulos durante esta estación. Ver Cuadro N° 7.

#### 4.d. Fluctuaciones de Primavera

Los montos pluviométricos de primavera denotan tendencias lineales suavemente positivas en todos los casos, registrándose los mayores aumentos en Posadas, Corrientes y Paso de los Libres.

Las tendencias polinómicas nuevamente muestran fluctuaciones marcadas y ritmos similares en las localidades de Posadas, Corrientes y Sáenz Peña, y más suaves en el resto. Nuevamente se observa una gran variabilidad en los registros, con primaveras que superan ampliamente los valores medios y otras que son muy inferiores a ellos, especialmente en las localidades del oriente del área de estudio.

**Figura 5.**  
**MONTOS PLUVIOMETRICOS DE PRIMAVERA (en mm) - PERIODO 1931 - 2005**



También se advierte en este caso, la marcada disminución de los registros, que tiene lugar durante los últimos años, con excepción de Paso de los Libres y Santiago del Estero. El mes con mayor peso en las lluvias de primavera corresponde a: octubre en Posadas y Paso de los Libres, noviembre en Corrientes, Sáenz Peña, Rivadavia, Ceres y Santiago del Estero.

Las características detectadas se pueden sintetizar estadísticamente, a través de los montos registrados decenalmente, que se exponen en la tabla a continuación.

**Tabla 5.** Montos pluviométricos decenales de Primavera (en mm). Período 1931/1940 a 1991/2000

ESTACIÓN	1931/40	1941/50	1951/60	1961/70	1971/80	1981/90	1991/00
Posadas	437	397	533	487	433	511	552
P. de los Libres	334	447	345	396	424	439	353
Corrientes	339	319	399	399	274	387	429
Sáenz Peña	247	213	288	229	224	264	271
Ceres	234	199	235	202	248	221	210
Sgo. del Estero	95	136	89	101	132	111	107
Rivadavia	109	143	133	136	121	140	s/d

FUENTE: Datos de NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional e INTA Sáenz Peña.

## 5. La irregularidad o variabilidad interestacional de las precipitaciones

Los promedios son indicativos de las condiciones pluviométricas “normales” sobre un lugar en sentido global, pero enmascaran la realidad y pueden resultar engañosos en aquellas regiones que poseen marcadas diferencias pluviométricas en el tiempo. Las considerables diferencias existentes en los volúmenes interestacionales de la precipitación entre las observaciones de una misma localidad, por lo tanto, obligan a evaluar la variabilidad de los registros mediante los coeficientes de variabilidad.

El coeficiente de fluctuación de las lluvias es el cociente entre los montos máximo y mínimo registrados en la serie, de manera que el valor obtenido refleja cuántas veces el año más lluvioso es superior al año más seco. Hay que destacar que estos valores corresponden a la serie analizada, y que los mismos estarán sujetos a cambios cuando se analizan series más largas, anteriores o posteriores a la considerada.

Los montos máximos y mínimos registrados en el Verano, reflejan las diferencias existentes en los valores extremos, y los coeficientes de fluctuación obtenidos indican una variabilidad relativamente poco marcada, con excepción de Paso de los Libres y Santiago del Estero.

**Tabla 6. Oscilación de las precipitaciones y coeficiente de fluctuación estacional de verano. Período 1931/2005.**

ESTACIÓN	VALOR	AÑO	VALOR	AÑO	DIFERENCIA (mm)	COEF.
	MIN. (mm)		MAX. (mm)			PERIODO
Posadas	193	1934/35	912	2000/01	719	4,7
Sáenz Peña	151	1943/44	776	1965/66	625	5,1
Rivadavia	110	1988/89	630	1965/66	520	5,7
Ceres	128	1971/72	737	1976/77	609	5,8
Corrientes	133	1936/37	881	1965/66	748	6,6
P. de los Libres	81	1942/43	1035	1997/98	954	12,8
Sgo. del Estero	46	1988/89	901	1973/74	855	19,6

FUENTE: Datos de NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional e INTA Sáenz Peña.

Los registros expuestos en la Tabla 7, que corresponden a los montos extremos de otoño, permiten advertir fluctuaciones superiores a las de verano, especialmente en Corrientes y Ceres y muy altas en Sáenz Peña y Rivadavia.

**Tabla 7. Oscilación de las precipitaciones y coeficiente de fluctuación estacional de otoño. Período 1931/2005.**

ESTACIÓN	VALOR	AÑO	VALOR	AÑO	DIFERENCIA (mm)	COEF.
	MIN. (mm)		MAX. (mm)			PERIODO
P. de los Libres	172	1960	989	1986	817	5,8
Sgo. del Estero	40	1988	281	1982	241	7,0
Posadas	132	1978	1110	1940	978	8,4
Corrientes	84	1935	1084	1986	1000	12,9
Ceres	41	1965	584	1973	543	14,2
Sáenz Peña	50	1978	1840	1986	1790	36,8
Rivadavia	9	1936	368	1964	359	40,9

FUENTE: Datos de NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional e INTA Sáenz Peña.

La oscilación o variabilidad de los montos Invernales, que anota los valores más altos, dan idea de la alta variabilidad que presenta esta estación en todo el Nordeste, ya que los coeficientes de fluctuación llegan a infinito en Sáenz Peña, Ceres, Santiago del Estero y Rivadavia, cuyos registros mínimos son nulos durante esta estación.

**Tabla 8. Oscilación de las precipitaciones y coeficiente de fluctuación estacional de invierno. Período 1931/2005.**

ESTACIÓN	VALOR	AÑO	VALOR	AÑO	DIFERENCIA (mm)	COEF.
	MIN. (mm)		MAX. (mm)			PERIODO
P. de los Libres	44	1996	541	2005	497	12,3
Posadas	52	1951	748	1972	696	14,4
Corrientes	16	1933	792	1940	776	49,5
Sáenz Peña	0	1933	208	1940	208	INF
Ceres	0	1933/1996	211	1968	211	INF
Sgo. del Estero	0	1933/66/8 7/93	74	1968	74	INF
Rivadavia	0	1932/33/3 6/44/90	99	1973	99	INF

FUENTE: Datos de NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional e INTA Sáenz Peña.

En primavera por su parte, los montos máximos y mínimos registrados en el período considerado, indican que la variabilidad no es muy elevada, asemejándose a la de verano.

**Tabla 9. Oscilación de las precipitaciones y coeficiente de fluctuación estacional de Primavera. Período 1931/2005.**

ESTACIÓN	VALOR	AÑO	VALOR	AÑO	DIFERENCIA (mm)	COEF.
	MIN. (mm)		MAX. (mm)			PERIODO
P. de los Libres	142	1956	855	2002	713	6,0
Ceres	67	1955	477	1972	410	7,1
Corrientes	90	1971	717	1982	627	8,0
Posadas	110	1971	914	1982	804	8,3
Sáenz Peña	62	1937	588	1939	526	9,5
Rivadavia	19	1937	323	1949	304	17,0
Sgo. del Estero	21	1988	390	1980	369	18,6

FUENTE: Datos de NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional e INTA Sáenz Peña

Los coeficientes de irregularidad o de fluctuación estacional, calculados con base en los montos medios del período 1931/2005 alcanzan, en general, su mayor expresión en el sector central y occidental del área de estudio, mientras que en el sector oriental, los coeficientes son algo menores. Las excepciones a lo antedicho se encuentran en relación directa con el régimen pluviométrico y los procesos productores de lluvia.

Podemos agregar además que, como bien lo destacan los estudios realizados por (Ropelewski and Halpert, 1987), (Aceituno, 1988; Grimm y otros, 2000, Minetti y otros 2003), Sudamérica es una de las áreas continentales del mundo que está directamente influenciada por el ciclo de ENSO, cuyos impactos en las precipitaciones se documentan en numerosos estudios. Además, principalmente las décadas de 1980 y 1990, estuvieron marcadas por fuertes fluctuaciones climáticas interanuales e interestacionales, provocadas por la ocurrencia de los eventos de El Niño de los años 1982/83, 1986/87 y 1997/98 y los de la La Niña de 1984/85, 1988/89 y 1995/96.

## 6. El reparto estacional de la lluvia

Los registros pluviométricos ofrecen notables diferencias en los valores medios estacionales que, a escala regional, generalmente registran los máximos montos en el oriente del país, debido a la influencia de las masas de aire tropical marítimo, mientras que los mínimos montos se verifican en el extremo occidental, debido a su ubicación en el interior continental y bajo la influencia de la Baja Térmica del Noroeste Argentino y la masa tropical continental. En primer lugar se desprende la existencia de variaciones espaciales que determinan la existencia de dos regímenes pluviométricos principales y una franja de transición.

Básicamente, el sector oriental presenta lluvias bien distribuidas durante todo el año, si bien concentra la mayor parte de las precipitaciones durante las estaciones intermedias de otoño/primavera, mientras que el sector occidental lo hace predominantemente durante el verano, siendo baja la probabilidad de lluvias durante el invierno y cuando ocurren pueden ser de alta intensidad, de allí la elevada variabilidad que presentan las lluvias en esta estación. Entre ambas, se interpone una franja de transición, que se caracteriza por la disminución de las lluvias de otoño (aunque marzo aún detecta el mayor monto mensual) y una marcada reducción de los montos de invierno.

En el primer caso se encuentran incluidas las localidades de Posadas y Paso de los Libres, en las que las precipitaciones comienzan a incrementarse desde los inicios de la primavera, presenta su máximo principal en octubre, declinan un poco durante el verano y vuelven a incrementarse en el otoño, con un máximo secundario en abril, para presentar su mínimo durante el invierno. Estas características de doble máximo también se presenta en Corrientes, pero en este caso, el principal corresponde al otoño (máximo de abril) y el secundario a primavera (octubre/noviembre) separados por un suave descenso en verano; el mínimo principal se alcanza durante el invierno, tal como se consigna en la Tabla 10

**Tabla 10.** Proporción porcentual de lluvia por estación (en %). Promedio del Período 1931/2000.

ESTACIÓN	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Posadas	26.6	26.5	19.4	27.7
P. de los Libres	26.4	30.4	16.4	26.8
Corrientes	31.7	30.0	11.6	26.6
Sáenz Peña	38.5	30.1	6.8	24.5
Ceres	41.2	26.7	7.6	24.7
Rivadavia	51.9	24.4	3.0	20.6
Sgo. del Estero	53.6	23.9	2.9	19.8

FUENTE: Datos de NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional e INTA Sáenz Peña.

En el extremo occidental, caracterizados por Rivadavia y Santiago del Estero, el máximo es claramente observado entre los meses de diciembre y enero, mientras que el mínimo se registra en los meses de julio y agosto, cuando la precipitación se vuelve muy escasa.

Entre ambos se advierte claramente un régimen de transición en el que, si bien los máximos corresponden al verano, el mes de marzo aún continúa registrando los mayores montos (Sáenz Peña, Ceres).

## 7. CONCLUSIONES

Los parámetros estadísticos utilizados nos permiten afirmar que hubo un aumento real y generalizado de las precipitaciones a través del tiempo y del espacio, incremento que se traduce en prácticamente todas las localidades analizadas, especialmente en las lluvias de verano y primavera. Las excepciones las constituyen Posadas y Santiago del Estero, que muestran una leve disminución durante Otoño y Corrientes, Sáenz Peña y Ceres, con un suave decrecimiento durante los meses de Invierno.

No obstante, este aumento no ha sido continuo ni uniforme, advirtiéndose la alternancia de décadas o períodos más secos con otros más húmedos. El incremento más notable se produjo durante las últimas décadas del siglo XX, sin embargo hay que destacar que a partir del año 2000 esta tendencia parecería haberse revertido, tal como lo señalarían los montos y tendencias polinómicas.

Es de destacar que no se advierte una tendencia definida y continua de incremento de los montos pluviométricos, por lo que se puede considerar que no se trata de tendencias permanentes sino de ciclos naturales con fases temporalmente positivas y negativas, cuyo origen estaría asociado a factores dinámicos, vinculados a la circulación atmosférica.

El coeficiente de fluctuación de la lluvia nos permite advertir, al mismo tiempo, que la estación más estable es el verano en todas las localidades, en segundo lugar se ubica la primavera, seguida por el otoño, destacándose el invierno como la de mayor variabilidad.

Tanto el comportamiento temporal como regional de las precipitaciones estacionales así como las tendencias detectadas, nos permitirían afirmar que el Nordeste de nuestro país se caracteriza por una persistente alternancia histórica de períodos secos y húmedos (épocas de déficits y de excesos hídricos), que no se corresponden con cambios permanentes en el tiempo y en el espacio, sino que se trata de ciclos naturales, fluctuaciones climáticas, con fases temporalmente positivas y otras negativas, cuyo origen estaría asociado a factores dinámicos, vinculados a la circulación atmosférica y oceánica, y que en general no se los registra como característica inherente del clima de nuestra región, tal como lo destacáramos en el trabajo anterior.

## 8. Notas y citas bibliográficas

1. A pesar de no contar con la serie completa, se incluyó la estación Rivadavia, localizada en el oriente de la Provincia de Salta, en primer lugar porque carecemos de estaciones localizadas en el occidente de la región NEA, y en segundo lugar, porque por su cercanía a la región, nos indicaría las condiciones pluviométricas del occidente de la planicie chaqueña, su ejemplo por lo tanto, nos serviría para comparar las semejanzas/diferencias existentes en el comportamiento pluviométrico entre el oriente, centro y occidente de nuestra área de estudio. Por las condiciones expuestas, también se incluyó la estación Santiago del Estero, que nos mostraría



las condiciones extremas de precipitación que se pueden registrar en el límite occidental de la región chaqueña.

2. Originalmente los registros provienen de los Servicios Meteorológicos Nacionales de todo el mundo, los que posteriormente son revisados y corregidos para evitar la falta de homogeneidad de los mismos y para salvar errores tales como saltos o discontinuidades, debidos a cambios en los instrumentos y a la relocalización de las estaciones. No obstante, la serie cuenta con algunos datos perdidos o lagunas mensuales, que pueden comprometer el análisis de las fluctuaciones y tendencias, por lo cual se procedió, dentro de lo posible, al relleno de algunas de ellas, utilizando el método de las proporciones porcentuales con observatorios próximos. Es de destacar que la serie no cuenta con lagunas hasta la década 1991/2000, la más incompleta de los registros.

3. Como la recta de tendencia lineal normalmente muestra que algo aumenta o disminuye a un ritmo constante, hecho que no se observa en las series de precipitación, aún en aquellas estaciones con las tendencias más marcadas, también se incorporó a cada gráfico la curva de tendencia polinómica, línea curva que se utiliza cuando los datos fluctúan alrededor de un valor medio, tal como lo hace la precipitación.

4. Las Figuras se han realizado teniendo en cuenta la localización de las estaciones y las variaciones espaciales de la precipitación, a manera de dos perfiles o cortes transversales de Este a Oeste y de Norte a Sur, que comprenden las siguientes estaciones: el 1º. Posadas-Corrientes-Sáenz Peña-Rivadavia, el 2º. Paso de los Libres-Ceres-Santiago del Estero. Con respecto de las escalas utilizadas, se trató de no variar las mismas, lo que resultó imposible debido a la disminución de los montos entre las localidades del oriente y occidente de la región, así como el decrecimiento de los mismos en la estación invernal.

5. Cabe aclarar que en el verano astronómico, el mes de Diciembre corresponde al año anterior, ya que el verano del Hemisferio Sur está cortado, por lo tanto, el verano 1931/32 comprende los meses de Diciembre de 1931, Enero y Febrero de 1932, tal como figura en las representaciones gráficas, y así sucesivamente).

6. WEBER, Teodoro F. (1951). Tendencias de las lluvias en la Argentina en lo que va del Siglo. En: IDIA. Buenos Aires, INTA, diciembre de 1951, Nº 48, p. 2.

7. En realidad el aumento marcado está dado fundamentalmente por las precipitaciones de los primeros años del siglo XXI, en especial las producidas en los años 2002, 2003 y 2005 tal como se observa en la Figura 3. Con respecto de Sáenz Peña la tendencia descendente de los últimos años podría deberse a lo incompleto de la serie. Por otra parte, pensamos que si hacemos extensivos los datos hasta el año 2007, la tendencia se invertiría mostrando un descenso marcado, por lo menos en Posadas, Corrientes y Sáenz Peña.

8. En este caso particular, y debido a la disminución que poseen los montos de Invierno en las estaciones del centro y oeste del área de estudio, nos vimos obligados a cambiar las escalas a efectos de una mejor visualización del comportamiento estacional de las lluvias.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

ACEITUNO, P. (1988). On the functioning of the Southern Oscillation in the South America Sector. En: Monthly Weather Review, Vol. 116, Nº 3.

BRUNIARD, E. D. (1992). El ámbito subtropical en la República Argentina (Climatología dinámica y límites climáticos. En: Estudios Geográficos. Madrid, Revista publicada por el Instituto de Economía y Geografía Aplicadas, Nº 208.

BRUNIARD, E. D. (1994). El Clima de las Planicies del Norte Argentino. Resistencia, Facultad de Humanidades, UNNE.

BURGOS, J. J. (1970). El clima de la Región Nordeste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo. En: Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires, vol. XI.

GALMARINI, A. y RAFFO DEL CAMPO, J. (1964). Rasgos fundamentales que caracterizan el clima de la región chaqueña. Buenos Aires, Consejo Nacional de Desarrollo.

GRIMM, A., BARROS, V. and DOYLE, M. (2000). Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events. En: Journal of Climate, Vol. 13, Nº 1.

HOFFMANN, J. A. (1988). Las Variaciones Climáticas Ocurridas en la Argentina desde Fines del Siglo Pasado hasta el Presente. En: El Deterioro del Ambiente en la Argentina. Buenos Aires, FECIC.

KREPPER, M. y GARCIA, N. O. (2003). Spatial and temporal structures of trends and interannual variability of precipitation over the La Plata Basin. En: Quaternary International 2003 (Elsevier Science Ltd and INQUA).

MARCHETTI, A. (1951). Oscilaciones extremas de la cantidad de precipitación en la República Argentina. En: Revista Meteoros. Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, Nº 1.

MARCHETTI, A. (1952). Estudio del régimen pluviométrico de la República Argentina. En: Revista Meteoros. Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, Nº 3-4.

MINETTI, J. y VARGAS, W. (1997). Trends and Jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15° Sur. En: Atmósfera. México, Vol. 11, Nº 4.

MINETTI, J. L., Vargas, W. M., Poblete, A. G. y otros. (2003). Non Linear Trends and low frequency oscillation in annual precipitation over Argentina and Chile. 1931/1999. En: *Atmósfera*, Vol. 16, Nº 2.

MITCHELL, T. and Wallace, J. (1996). ENSO Seasonality: 1950/78 versus 1979/92. En: *Journal of Climate*, Vol. 9, Nº 12.

NICHOLLS, N. (1988). El Niño Southern Oscillation and Rainfall Variability. En: *Journal of Climate*, Vol. 1, Nº 4.

NOGUES-PAEGLE, J. and MO, K. C. (1997). Alternating wet and dry conditions over South America during summer. En: *Monthly Weather Review*. Vol. 125, Nº 2.

PROHASKA, F. (1952). Regímenes estacionales de precipitación de Sudamérica y mares vecinos (desde 15° S hasta Antártida). En: *Rev. Meteoros*, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, Año II, Nº 3.

ROPELEWSKI, CH. and HALPERT, S. (1987). Global and regional precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. En: *Monthly Weather Review*. Vol. 115, Nº 2.

RUSTICUCCI, Matilde y PEÑALBA, Olga. (2000). Interdecadal changes in the precipitation seasonal cycle over Southern South America and their relationship with surface temperatura. En: *Climate Research*. Vol. 16, Nº 1.

SCHWERDTFEGER, W. y VASINO, C. (1954). La variación secular de las precipitaciones en el este y centro de la República. Argentina. En: *Revista Meteoros*. Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, Año IV, Nº 3.

WEBER, T. (1951). Tendencias de las lluvias en la Argentina en lo que del siglo. En: *IDIA*. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Nº 48.