

ISSN 1668-9208

INVESTIGACIONES Y ENSAYOS GEOGRÁFICOS



**REVISTA DE
GEOGRAFÍA**

AÑO 8

NÚMERO 8

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE FORMOSA
FACULTAD DE HUMANIDADES
CARRERA DE GEOGRAFÍA**

2015





EL RITMO PLUVIOMETRICO ANUAL Y ESTACIONAL EN EL NORTE ARGENTINO – 1931/2005

María Emilia Pérez

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 “alteraciones” en los montos y distribución de las lluvias, son motivo de variadas interpretaciones y, actualmente, es común atribuir las a la existencia del “calentamiento global” asociado al “cambio climático” de los que tanto se habla.

Nuestro objetivo es analizar el comportamiento temporal y espacial de las precipitaciones en el Norte de nuestro país, con la finalidad de detectar posibles variaciones o cambios en las tendencias y patrones pluviométricos, mediante el análisis estadístico de las series de precipitación, correspondientes al período 1931/2005.

A partir de la normalización de los registros, se analizaron los montos mensuales y anuales de precipitación, su variabilidad temporal y espacial, los valores máximos y mínimos, su frecuencia e intensidad y, mediante promedios decenales y las normales climatológicas 1931/60 y 1961/90 se corroboró la existencia de posibles variaciones en el ritmo pluviométrico.

Los parámetros estadísticos utilizados permiten afirmar que hubo un aumento real de los montos de precipitación en el tiempo, no obstante, este aumento no fue continuo ni uniforme, advirtiéndose la alternancia de décadas o períodos secos con otros húmedos. El incremento más notable se produjo durante las últimas dos décadas del siglo XX, sin embargo a partir del año 2000 esta tendencia parecería haberse revertido. En cuanto a la distribución estacional de las lluvias, el ritmo anual no presenta diferencias marcadas y los regímenes de precipitación se mantienen en el tiempo sin modificaciones sustanciales, siendo más importantes las fluctuaciones anuales e interdecenales que las de mediano y largo plazo.

Palabras clave

Norte Argentino, variabilidad y tendencias pluviométricas, regímenes pluviométricos, normales de precipitación.

Summary

The main climatic feature is its spatial and temporal irregular rainfall, irregularity that causes a high variability, so it monthly, seasonal and annual rains sometimes sharply away from their normal values. Some of these "alterations" in the amounts and distribution of rainfall are of varied interpretations and now is commonly attributed to the existence of "global warming" associated with "climate change" from which so much is spoken.

Our objective is to analyze the temporal and spatial behavior of rainfall in the north of our country, in order to detect possible variations or trends changes in rainfall patterns, through statistical analysis of the precipitation records for the period 1931/2005.

Since the normalization of the records were analyzed monthly and annual amounts of rainfall, its temporal and spatial variability, maximum and minimum values, its frequency and intensity and, by decadal averaging and climatological averages 1931/60 and 1961/90 is confirmed the existence of possible variations in rainfall rate.

The statistical parameters used support the conclusion that there was a real increase in the amounts of precipitation in time, however, this increase was not continuous or uniform, noting the decades alternating between dry and wet periods. The most notable increase occurred during the last two decades of the twentieth century; however from 2000 this trend seems to have been reversed. As the seasonal distribution of rainfall, the annual rate don't present marked differences, and the precipitation regimes were sustained over time without substantial changes, being more important annual and interdecadal fluctuations that fluctuations in the medium and long term.



Key Words

Northern Argentina, rainfall variability and trends, precipitation patterns, precipitations normal.

Introducción

Desde mediados del siglo pasado, y desde diversos ámbitos, meteorólogos, ingenieros e hidrólogos, estuvieron profundamente interesados en el comportamiento y distribución de las lluvias, sus montos, variabilidad y frecuencia, debido a la influencia que las mismas poseen sobre las actividades agrícolas, ganaderas y la disponibilidad del recurso agua.

Así lo demuestran los estudios realizados sobre el tema, como los de Marchetti, A. (1951) que determinó las oscilaciones extremas de la lluvia en el país, Weber (1951) que estudió las tendencias de las lluvias en la Argentina, Prohaska (1952) quien clasificó la distribución de la lluvia anual para diferentes regiones geográficas de acuerdo con la circulación atmosférica, Marchetti (1952) que llevó a cabo un profundo estudio sobre el régimen de las precipitaciones durante el período 1905/1946, Machado y Marchetti (1954) quienes estudiaron el régimen de días con lluvia, Schwerdtfeger y Vasino (1954) que determinaron las variaciones seculares de las precipitaciones en las regiones central y oriental de Argentina, posteriormente revisado por Hoffmann (1970), quien confirmó algunos de sus resultados.¹

Los años posteriores marcan una pausa en esta temática, dedicándosele más tiempo al estudio de otras condiciones climáticas como el régimen de aridez (Capitanelli, 1955; Galmarini y Raffo del Campo, 1963; Bruniard, 1982); las heladas (Burgos, 1963), las masas de aire y su relación con las precipitaciones (Hoffmann, 1971), entre otros.²

A partir de 1980 comienza un nuevo e importante ciclo en las investigaciones climáticas, en especial a partir de los catastróficos efectos del evento El Niño de 1982/83, reiniciándose los trabajos dedicados a investigar comportamiento, variabilidad, montos y tendencias de las precipitaciones en relación con la temperatura del agua del mar y la circulación atmosférica. Se pueden destacar, entre otros, los trabajos de Minetti y Sierra (1984), Ropelewski y otros (1987), Aceituno (1988), Hoffmann (1988), Krepper y otros (1989), Minetti (1998), Nicholls (1998), Lucero (1998), Lucero y Rodríguez (1999), Castañeda y Barros (1999), Ructicucci y otros (2000), Grimm y otros (2000), Lucero y Rodríguez (2001), Minetti y otros (2003), Liebmann y otros (2004) y Haylock y otros (2006).

En estos estudios se destaca que durante las últimas décadas del siglo XX las precipitaciones han experimentado un aumento en el sur de América del Sur, especialmente en las regiones Nordeste y Pampeana de nuestro país, lo que se evidencia claramente si comparamos estos montos con los de las décadas anteriores (en particular con los del período 1931/1960). Más marcada aún es la diferencia, si los comparamos con la precipitación de las décadas de los años 1930 y 1940. Situaciones similares se verificaron en otras partes de Sudamérica (Castañeda y Barros, 1999), por lo cual es 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.

Consecuentemente, el presente trabajo trata de responder a varias e importantes cuestiones de orden climático que actualmente se plantean investigadores y público en general, como:

- ¿se están incrementando cada vez más los montos pluviométricos?
- ¿este comportamiento responde al “calentamiento global” inducido por el hombre o se debe a fluctuaciones naturales?
- ¿es real la tendencia continua al aumento de las lluvias o la misma se ha revertido durante los últimos años?
- ¿Si es así, se está registrando actualmente una disminución de los montos y podría volverse a las condiciones imperantes en los años 1930/1940?

Estos y otros interrogantes conexos, se plantean continua e insistentemente desde los más diversos ámbitos, debido al comportamiento pluviométrico de finales del siglo XX y principios del XXI. Los períodos de grandes lluvias registrados durante los años 1980 y 1990 parecen acrecentarse, especialmente cuando se hace referencia a los efectos que los mismos generaron sobre la población y las actividades económicas; algo similar sucede con los períodos de sequías interpuestos a los de inundaciones. No obstante, pareciera como si estas situaciones no formaran parte de la variabilidad natural del clima del Norte argentino.



Minetti y otros (2003) expresan que durante las décadas de 1950 y 60, una gran región de Argentina experimentó bruscos cambios positivos en los promedios anuales de precipitación computados en 30 años o más, y que tales cambios trajeron aparejados considerables impactos en las actividades humanas. Por este motivo es importante establecer si tales cambios son permanentes (y representan un cambio climático) o sólo corresponden a fluctuaciones interdecenales o multidecenales, por lo que se podría esperar un retorno a las condiciones previas. Sugieren además, que eventos intensos de La Niña, como los de 1988/89, 1995/96 y 2007/08 han producido una declinación en las tendencias de la precipitación sobre una gran porción de la zona semiárida argentina, que hicieron pensar a muchos investigadores que, finalmente, se había terminado el período húmedo, aunque consideramos que es prematuro aún indicar el inicio de una tendencia opuesta a la mencionada anteriormente.³

Objetivos y métodos

Dentro de este contexto general, y basados en la información disponible, nuestro objetivo es analizar el comportamiento temporal y espacial de la precipitación en el Norte de nuestro país, a efectos de detectar cambios en la tendencia de las precipitaciones, en los patrones pluviométricos y en las normales climatológicas 1931/60 y 1961/90.

A partir de los registros pluviométricos existentes, se procedió al desarrollo de etapas apoyadas en metodología cuantitativa y en representaciones gráficas. Los montos medios anuales y decenales y la obtención de las normales climatológicas 1931/60 y 1961/90 permitieron detectar fluctuaciones y variaciones a lo largo del período de estudio. La magnitud de las tendencias de los montos medios decenales anuales y estacionales se dedujo de las pendientes de regresión lineal (usando el método de los mínimos cuadrados) y polinomios de 6 órdenes.

Las estaciones astronómicas se definieron de manera tradicional a efectos de poder comparar el comportamiento de las precipitaciones en el Norte de nuestro país con otros trabajos realizados a nivel de país y Sudamérica.⁴

Datos

La información climatológica es considerada clave para muchos sectores, principalmente el productivo, por la influencia que el clima ejerce sobre las actividades económicas. De allí que para el análisis estadístico se requieren series climáticas que sean: (a) suficientemente largas como para poder capturar la variabilidad temporal del clima (interestacional, interanual, interdecenal, e inclusive multi-decenal, por ejemplo, períodos de varias décadas secas o húmedas), y (b) con la mayor cobertura geográfica posible para poder explorar la variabilidad espacial de las características climáticas.⁵

Este estudio utiliza los registros mensuales y anuales de precipitación de 15 estaciones del Norte de nuestro país (Cuadro 1). Los datos provienen del sitio web de la NOAA-GISS (National Oceanic and Atmospheric Administration – Goddard Institute for Space Studies) <http://www.giss.nasa.gov>, que cuenta con las series históricas, con la excepción de la estación Sáenz Peña, cuyos datos fueron proporcionados por la Administración Provincial del Agua (A.P.A.). Estos archivos contienen la menor cantidad de estaciones con datos en bruto, pues los registros han sido controlados, revisados y ajustados por los Servicios Meteorológicos correspondientes, para evitar la falta de homogeneidad de los mismos. No obstante, la serie cuenta con algunos datos perdidos o lagunas mensuales, que pueden comprometer el análisis de las fluctuaciones y tendencias.⁶

Con respecto de los valores medios decenales, necesarios para el estudio de los regímenes pluviométricos, el número de días con lluvia y la intensidad de las precipitaciones, se utilizaron las Estadísticas Climatológicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional, que suministra los valores medios mensuales y anuales por década.



Cuadro 1. Localización estaciones meteorológicas, período de observaciones y promedios pluviométricos del período 1931/2005 (en mm).

ESTACION	LAT	LONG	ALT (m)	PERIODO OBSERV.	Nº AÑOS	PROMEDIO SERIE (mm)
Posadas ¹	27° 22' S	55° 58' W	125	1931/2005	75	1739
P. de los Libres ¹	29° 41' S	57° 09' W	70	1931/2005	75	1491
Corrientes ¹	27° 27' S	58° 46' W	62	1931/2005	75	1385
Ceres ¹	29° 53' S	61° 57' W	88	1931/2005	75	904
Sgo. del Estero ¹	27° 46' S	64° 18' W	199	1931/2005	75	560
Tucumán ¹	26° 51' S	65° 06' W	450	1931/2004	74	1007
Salta ¹	24° 51' S	65° 29' W	1221	1931/2005	70	712
La Rioja ¹	29° 23' S	66° 49' W	429	1931/2003	65	347
Sáenz Peña ²	26° 49' S	60° 27' W	92	1931/2005	75	1011
Pto. Iguazú ³	25° 44' S	54° 28' W	270	decenal	---	1746
Formosa ³	26° 12' s	58° 14' W	60	decenal	---	1412
Reconquista ³	29° 11' S	59° 42' W	53	decenal	---	1241
Las Lomitas ³	24° 42' S	60° 35' W	130	decenal	---	935
Rivadavia ³	24° 10' S	62° 54' W	205	decenal	---	636
La Quiaca ³	22° 06' S	66° 36' W	3459	decenal	---	331

FUENTES: Datos proporcionados por la NOAA – GISS, Servicio Meteorológico Nacional y A.P.A.

- ¹ Registros mensuales y anuales del sitio web de la NOAA_GISS
- ² Registros proporcionados por la A.P.A.
- ³ Series decenales del Servicio Meteorológico Nacional.
-

Los montos o registros anuales de precipitación

Lo primero que se detecta al observar los gráficos, es que las tendencias lineales de los montos anuales son positivas en todas las estaciones, lo que indica una tendencia secular ascendente, fundamentalmente porque la segunda mitad del siglo XX fue sensiblemente más lluviosa (Figura 1), lo que confirma el incremento de lluvias en este período, tal como ha sido identificado por numerosos estudios (Aceituno, 1988; Ropelewski y Halpert, 1987, 1989; Barros y otros, 2000; Haylock y otros, 2006; Minetti, 1998 y Minetti y otros, 2003).

No obstante, las tendencias polinómicas de 6 términos muestran claramente la presencia de “ciclos” o períodos más lluviosos intercalados con otros más secos, que poseen diversa magnitud y duración en las localidades estudiadas, indicando que durante las dos primeras décadas de la serie (1930 y 1940) hubo una disminución de los montos pluviométricos en Corrientes, Sáenz Peña, Ceres, Salta, Tucumán y La Rioja, mientras que Posadas, Paso de los Libres y Santiago del Estero registran aumentos.

A lo largo de 1950 las tendencias se invierten, produciéndose un “salto” positivo de las precipitaciones en Posadas, Corrientes, Sáenz Peña, Tucumán y Ceres. Por el contrario, Paso de los Libres, Santiago del Estero y La Rioja muestran descensos en los montos pluviométricos y Salta se mantiene estable. Posteriormente, en los años 1960 y 1970 vuelven a invertirse las tendencias, con descensos bastante marcados en Posadas, Corrientes y Sáenz Peña, en donde se verifica un nuevo salto, más marcado aún durante la década de 1981/90, cuyos montos vuelven a disminuir durante la última década de estudio. Las estaciones restantes muestran un comportamiento algo diferente, por ejemplo en Tucumán, Ceres y Santiago del Estero, el segundo salto se adelanta a los años 1970, mientras que Paso de los Libres no lo registra.

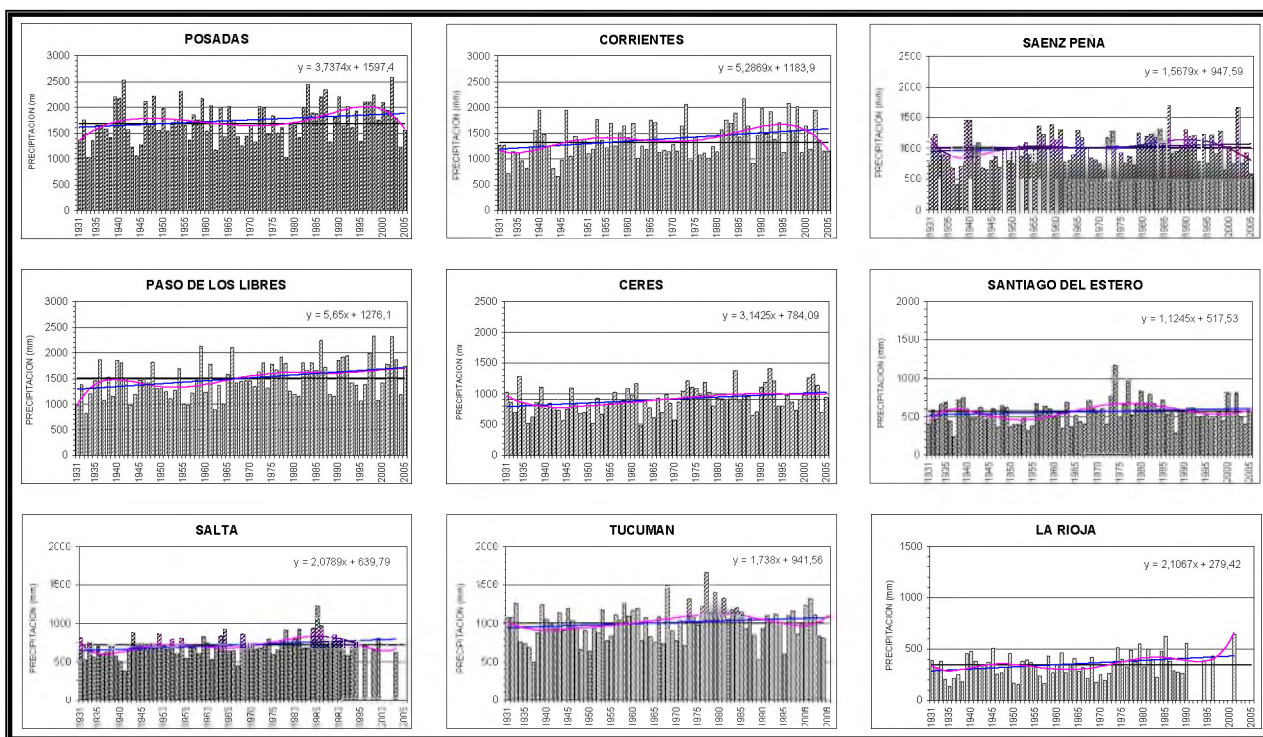


Figura 1. Montos anuales de precipitación (en mm). Período 1931/2005.

A partir aproximadamente del año 2000, se detecta una disminución bastante rápida de los montos pluviométricos en Posadas, Corrientes, Sáenz Peña, una estabilización de los mismos en Paso de los Libres y Ceres, y un aumento en Santiago del Estero, Salta, Tucumán y La Rioja (la tendencia más marcada podría deberse a lo incompleto de la serie).

Otra característica que se advierte fácilmente es el paralelismo que tiene el comportamiento de los montos anuales de precipitación, generando modelos o patrones. Las similitudes más notorias se observan entre Posadas y Paso de los Libres (si bien el aumento de los primeros años de la serie es más marcado en Paso de los Libres mientras que el descenso de los últimos años es mucho más suave); Corrientes y Sáenz Peña, al que se podría asimilar Ceres (con un comportamiento menos marcado); Salta, Tucumán y La Rioja.

El aumento de las precipitaciones registrado durante el segundo período, ha sido atribuido al desarrollo de dos o tres de los eventos de El Niño más fuertes del siglo pasado, como fueron los de los años 1965/66, 1982/1983 y 1997/1998. Investigaciones realizadas por Minetti y Vargas (1997) indican que “los cambios en las medias anuales de precipitación y otras variables en Argentina se muestran como un salto y no como una tendencia”, saltos que produjeron cambios en los ecosistemas natural y manipulado, y que explican la expansión agrícola registrada al oriente de los límites de los bordes semiáridos de los oasis agrícolas del Noreste de Argentina y en los sectores Oeste de la Pampa Bonacrense, elevando las áreas seco-semiáridas a un nivel sub-húmedo.

Las marcadas diferencias en los volúmenes mensuales y anuales de la precipitación, entre observaciones de una misma estación meteorológica, es el rasgo más característico en el área de estudio. El recorrido es amplio entre los valores extremos, superándose los 1000 mm en Posadas, Corrientes, Paso de los Libres, Sáenz Peña y Tucumán.



Cuadro 2. Oscilación de las precipitaciones y coeficiente de fluctuación interanual. Período 1931/2005.

ESTACION	VALOR MIN. (mm)	AÑO	VALOR MAX. (mm)	AÑO	DIFERENCIA (mm)	COEF. PERIODO
Posadas	1029	1933	2583	2002	1554	2,51
Paso de los Libres	821	1933	2323	1998	1502	2,83
Ceres	486	1962	1408	1992	922	2,90
Corrientes	659	1944	2037	1986	1378	3,09
Salta	375	1941	1216	1985	841	3,24
Tucumán	484	1937	1663	1977	1179	3,44
Sáenz Peña	410	1937	1702	1986	1292	4,15
La Rioja	136	1935	626	1985	490	4,60
Sgo. del Estero	239	1937	1163	1974	924	4,87

FUENTE: Datos NOAA-GISS y APA.

Los coeficientes de irregularidad o fluctuación interanual, calculados con base en los montos medios anuales del período 1931/2005 alcanzan su mayor expresión en el sector central y occidental del área de estudio, con valores que superan 3 (el año más lluvioso registró precipitaciones 3 veces superiores al año más seco), mientras que en el sector oriental los coeficientes son inferiores a 3. El más elevado corresponde a Santiago del Estero: 4.87.

Los montos medios decenales indican que en el Norte argentino se han producido aumentos notorios durante las últimas décadas del siglo XX, mientras que actualmente se registra una leve disminución de los mismos, especialmente en el sector oriental.

Además, no se detecta una tendencia continua al aumento de las precipitaciones desde 1951/60 en adelante, sino la alternancia de décadas más secas con otras más húmedas.

Cuadro 3. Montos medios anuales de precipitación, por década. Período 1931/1940 a 1991/2000 (en mm).

ESTACION	1931/40	1941/50	1951/60	1961/70	1971/80	1981/90	1991/00	PROM
Posadas	1615	1717	1755	1611	1604	1947	1860	1730
P. de los Libres	1327	1423	1360	1444	1568	1612	1613	1478
Corrientes	1201	1238	1414	1293	1282	1647	1586	1380
Sáenz Peña	972	933	1089	952	966	1255	1074	1034
Ceres	856	784	866	792	1021	943	1013	896
Sgo. del Estero	551	515	489	520	707	594	677	579
Tucumán	924	933	1076	961	1165	992	1058	1016
Salta	630	690	692	703	726	837	685	709
La Rioja	301	341	307	314	382	442	421	358

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

Los montos/fluctuaciones estacionales de precipitación

Características similares a las destacadas en las tendencias y fluctuaciones de los montos anuales de precipitación, se aplican a los montos estacionales.

Fluctuaciones de Verano. Los montos estivales de precipitación evidencian tendencias lineales positivas en todas las localidades consideradas (Figura 2).

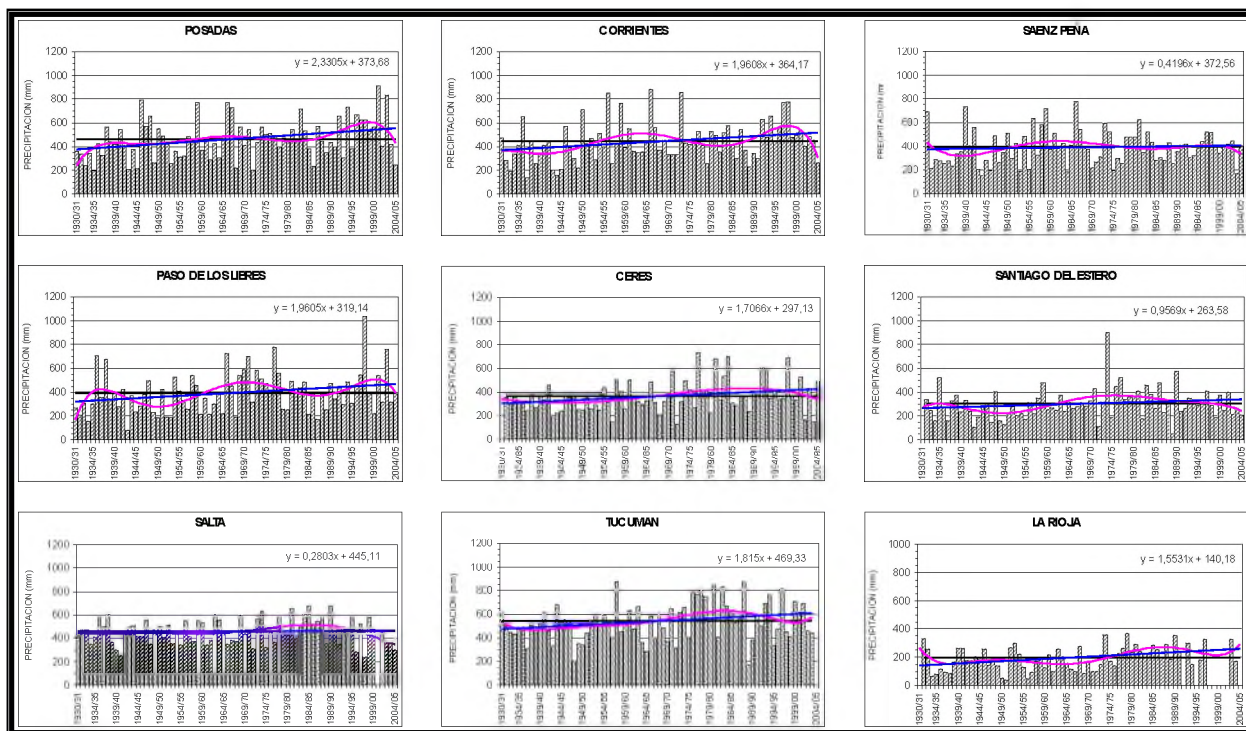


Figura 2. Montos pluviométricos de Verano (en mm). Período 1931/2005.

Las tendencias polinómicas, permiten detectar períodos con aumentos y períodos con descenso de los valores, y patrones de comportamiento similares a los ya expuestos para los montos anuales.

Es de destacar los marcados descensos de los registros a partir del año 2000 en todas las estaciones, con la salvedad de Tucumán y La Rioja, si bien esta peculiaridad podría deberse a lo incompleto de ambas series. Estas características se pueden sintetizar estadísticamente, a través de los montos medios decenales.

Cuadro 4. Montos pluviométricos decenales de Verano (en mm). Período 1931/1940 a 1991/2000

ESTACION	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
Tucumán	475	458	546	484	631	588	573
Salta	446	441	447	443	458	550	438
La Rioja	161	179	158	166	200	254	239

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

Fluctuaciones de Otoño. Lo primero que se advierte es que las tendencias lineales, si bien positivas, son mucho menos marcadas que las de verano (las lluvias de otoño no aumentaron significativamente), en segundo lugar, comienzan a aparecer tendencias lineales suavemente negativas en Posadas, Tucumán y Santiago del Estero.

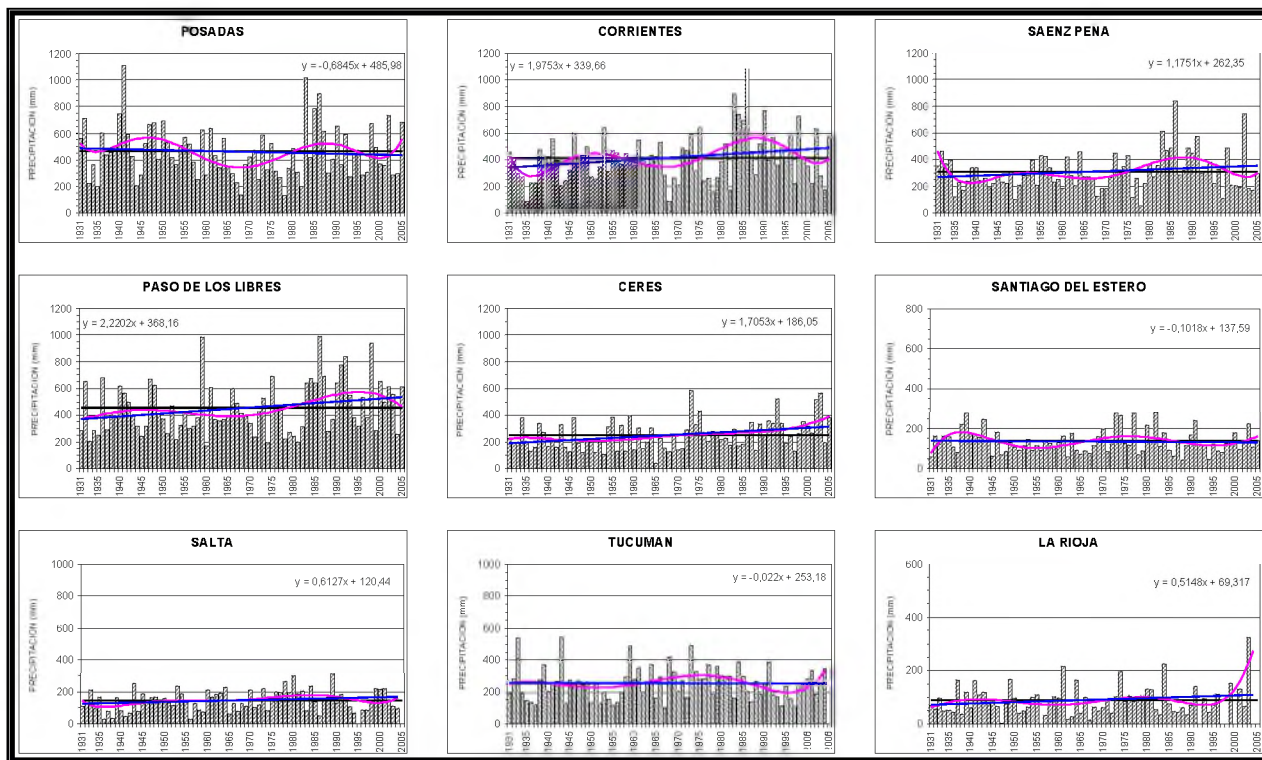


Figura 3. Montos pluviométricos de Otoño (en mm). Período 1931/2005.

Las tendencias polinómicas evidencian una periodicidad más marcada en los “ciclos” de Posadas, Corrientes y Sáenz Peña que, por otra parte, son coincidentes, al igual que los de Salta, Tucumán, Santiago del Estero y La Rioja. En Paso de los Libres el aumento más notorio se registró entre los años 1980 y 2000, y en Ceres el incremento fue más gradual.

Los últimos años representados, muestran aumentos de los montos pluviométricos entre los años 2000 y 2005 en Posadas, Ceres, Tucumán, Santiago del Estero y La Rioja, mientras que en Corrientes, Sáenz Peña y Paso de los Libres se destaca un marcado descenso, características que sintetizamos estadísticamente a través de los montos medios decenales registrados.⁷

Cuadro 5. Montos pluviométricos decenales de Otoño (en mm). Período 1931/1940 a 1991/2000

ESTACION	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
S. del Estero	152	133	114	118	163	130	123
Tucumán	243	262	222	267	302	248	212
Salta	108	137	130	146	180	164	138
La Rioja	75	96	67	75	103	76	102

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

Fluctuaciones de Invierno. La tendencia lineal de los montos de invierno es levemente ascendente en Posadas, Paso de los Libres, Salta, Santiago del Estero y La Rioja, y descendente o negativa en Corrientes, Sáenz Peña, Ceres y Tucumán (Figura 4). La tendencia polinómica exhibe ondulaciones muy suaves, señalando fluctuaciones temporales poco marcadas en comparación con las de verano y otoño.

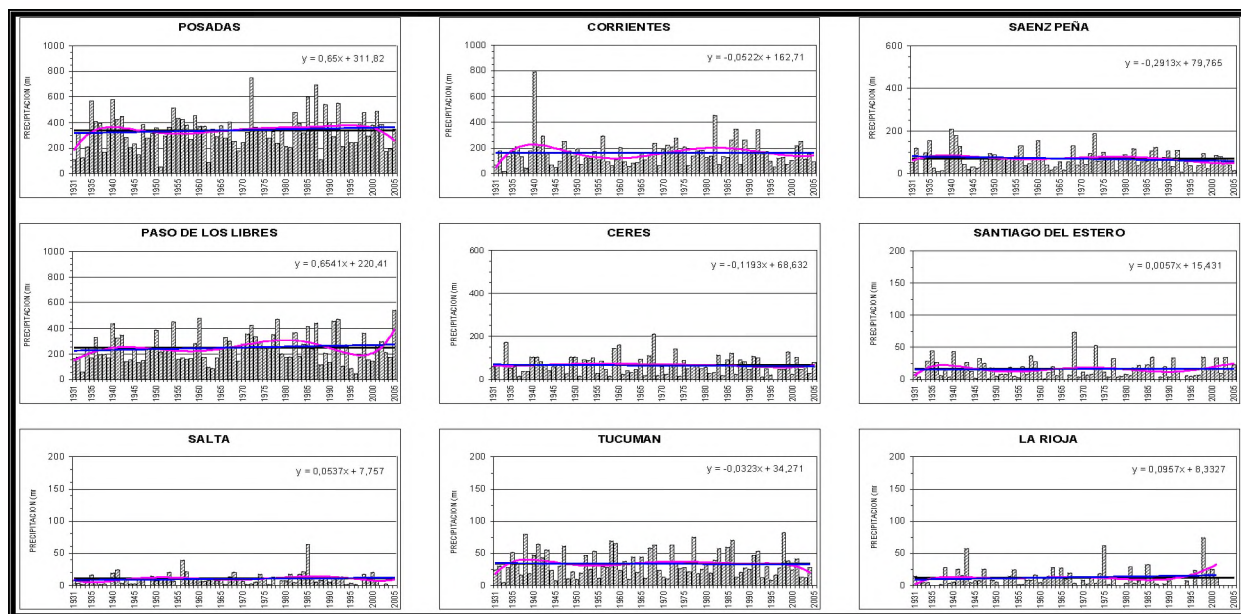


Figura 4. Precipitaciones de Invierno (en mm). Período 1931/2005.

Su comportamiento también evidencia un descenso bastante marcado de los montos en Posadas y algo menor en Corrientes, Sáenz Peña y Tucumán; por el contrario destacan un marcado aumento en Paso de los Libres, que se suaviza en Ceres, Salta, Santiago del Estero y La Rioja. Estas características se sintetizan estadísticamente a través de los montos medios decenales.

Cuadro 6. Montos pluviométricos decenales de Invierno (en mm). Período 1931/1940 a 1991/2000

ESTACION	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
Tucumán	33	32	37	32	33	36	33
Salta	3	8	14	9	6	17	10
La Rioja	6	15	9	13	11	9	22

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

Fluctuaciones de Primavera. Los montos pluviométricos de primavera denotan tendencias lineales suavemente positivas en todos los casos analizados (Figura 5).

Nuevamente las tendencias polinómicas muestran fluctuaciones más marcadas en las localidades del oriente y descensos durante los últimos años, con excepción de Paso de los Libres. En La Rioja, el marcado ascenso podría deberse a lo incompleto de la serie, peculiaridades que se pueden sintetizar a través de los montos registrados (Cuadro 7).

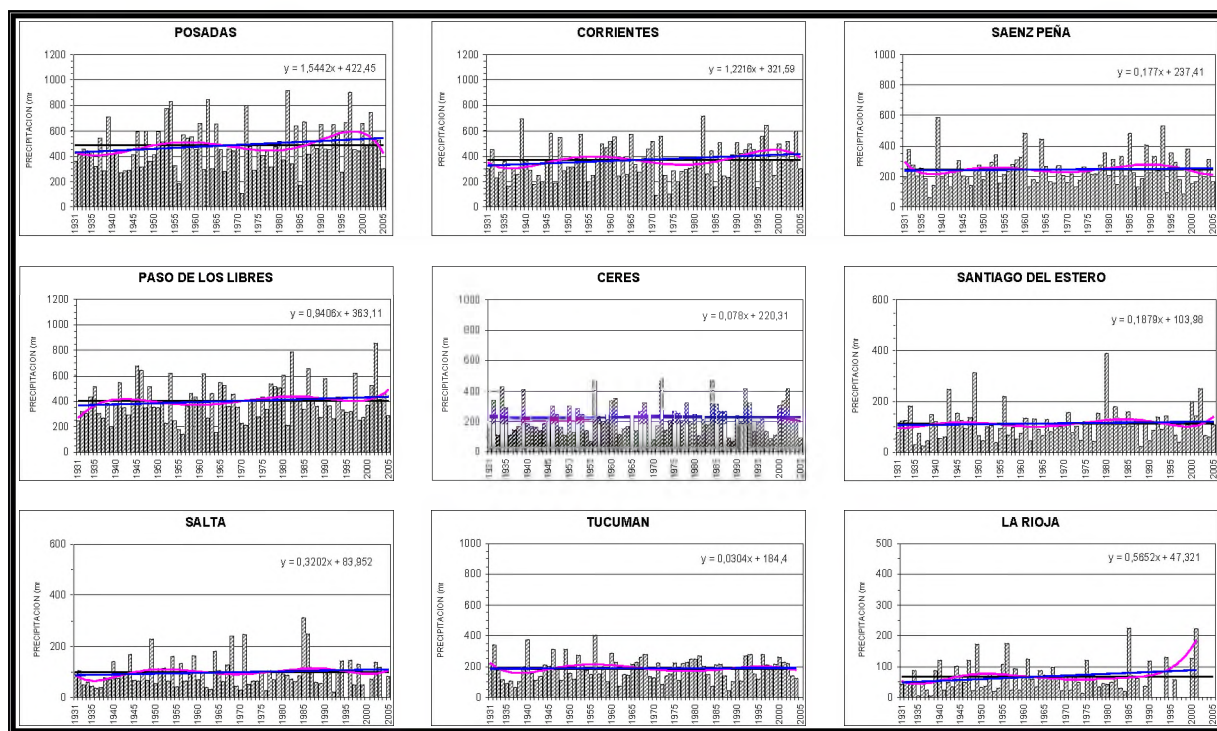


Figura 5. Precipitaciones de Primavera (en mm). Período 1931/2005.

El ciclo medio anual de las precipitaciones

Del análisis mensual de las precipitaciones se desprende la existencia de un período con valores mínimos centrado en julio y agosto. No obstante, existen marcadas diferencias entre el oriente y occidente del área de estudio, en cuanto a los montos y a la duración o extensión del período seco. En el primer caso, los mínimos no llegan a ser muy acusados ya que el mes con menores registros oscila entre 50 y 100 milímetros en las estaciones del oriente (Posadas, Corrientes, Paso de los Libres), se acentúa en las estaciones del centro al disminuir a unos 20 mm (Sáenz Peña y Ceres) y es marcada en el occidente, pues no sólo no supera los 5 mm sino que incluso se registran varios meses con precipitación nula.

Cuadro 7. Montos pluviométricos decenales de Primavera (en mm). Período 1931/1940 a 1991/2000.

ESTACION	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
Tucumán	177	187	206	182	186	158	207
Salta	71	100	100	95	90	120	92
La Rioja	51	67	64	68	52	67	s/d

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

El período seco no existe o se reduce a 1 o, eventualmente 2 meses en el oriente, y va en aumento hacia el oeste donde supera los 6 meses. Los casos extremos se dan en las estaciones La Quiaca y La Rioja.



INVESTIGACIONES Y ENSAYOS GEOGRÁFICOS – REVISTA DE GEOGRAFÍA – Año VIII – Número VIII

Cuadro 8. Distribución mensual de la lluvia en valores absolutos (mm) – Promedios período 1931/1940 – 1991/2000.⁸

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Pto. Iguazú	168	138	136	146	162	147	101	104	145	203	149	147	1746
Posadas	144	158	146	166	147	136	103	94	138	194	146	155	1731
Paso Libres	137	134	152	180	122	92	80	68	120	149	126	118	1478
Corrientes	164	145	158	165	92	61	51	48	74	138	148	137	1381
Reconquista	140	156	159	143	65	55	35	33	59	132	129	135	1241
Sáenz Peña	141	131	136	122	52	28	19	23	39	95	123	124	1033
Ceres	127	114	131	75	36	24	19	20	39	80	102	128	895
Tucumán	208	173	165	61	27	16	10	9	16	68	106	156	1015
Rivadavia	113	106	91	50	14	9	5	5	14	42	75	109	635
Sgo. del Estero	117	105	87	32	16	8	3	3	11	38	65	92	577
La Rioja	73	65	64	19	7	3	4	5	6	21	37	57	361
Salta	180	150	107	29	8	3	3	4	6	26	62	131	709
La Quiaca	87	70	47	7	1	1	0	0	3	13	31	70	330

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

Los valores relativos (porcentaje de lluvia caída en cada mes en relación con el monto anual) permiten detectar más claramente estas diferencias.

Cuadro 9. Distribución mensual de la lluvia en valores relativos (%) – Valores medios del período 1931/1940 – 1991/2000.

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pto. Iguazú	9,6	7,9	7,8	8,3	9,3	8,4	5,8	6,0	8,3	11,6	8,5	8,4
Posadas	8,3	9,1	8,5	9,6	8,6	8,0	5,9	5,4	8,0	11,2	8,4	8,9
Corrientes	11,9	10,5	11,5	11,9	6,7	4,4	3,7	3,5	5,3	10,0	10,7	9,9
Sáenz Peña	13,6	12,7	13,2	11,8	5,0	2,7	1,9	2,2	3,8	9,2	11,9	12,0
Rivadavia	17,8	16,7	14,4	7,9	2,2	1,5	0,8	0,8	2,2	6,6	11,8	17,2
Paso Libres	9,3	9,1	10,3	12,2	8,2	6,2	5,4	4,6	8,1	10,1	8,5	8,0
Reconquista	11,2	12,6	12,8	11,6	5,3	4,5	2,8	2,6	4,7	10,7	10,4	10,9
Ceres	14,1	12,8	14,6	8,3	4,0	2,7	2,1	2,3	4,4	9,0	11,4	14,3
Tucumán	20,5	17,1	16,2	6,0	2,7	1,6	0,9	0,9	1,5	6,7	10,5	15,4
Sgo. del Estero	20,2	18,2	15,1	5,6	2,8	1,4	0,6	0,6	1,9	6,6	11,2	15,8
La Quiaca	26,4	21,2	14,3	2,0	0,3	0,3	0,1	0,1	0,8	4,0	9,4	21,2
Salta	25,4	21,2	15,0	4,1	1,1	0,4	0,4	0,6	0,9	3,7	8,7	18,5
La Rioja	20,3	17,8	17,8	5,2	2,1	1,0	1,0	1,4	1,7	5,7	10,3	15,8

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

El reparto mensual de la precipitación pone de relieve una interesante caracterización del ciclo anual de las lluvias. En primer lugar se desprende la existencia de variaciones espaciales que determinan la existencia de dos regímenes pluviométricos principales y una franja de transición (Figura 6).

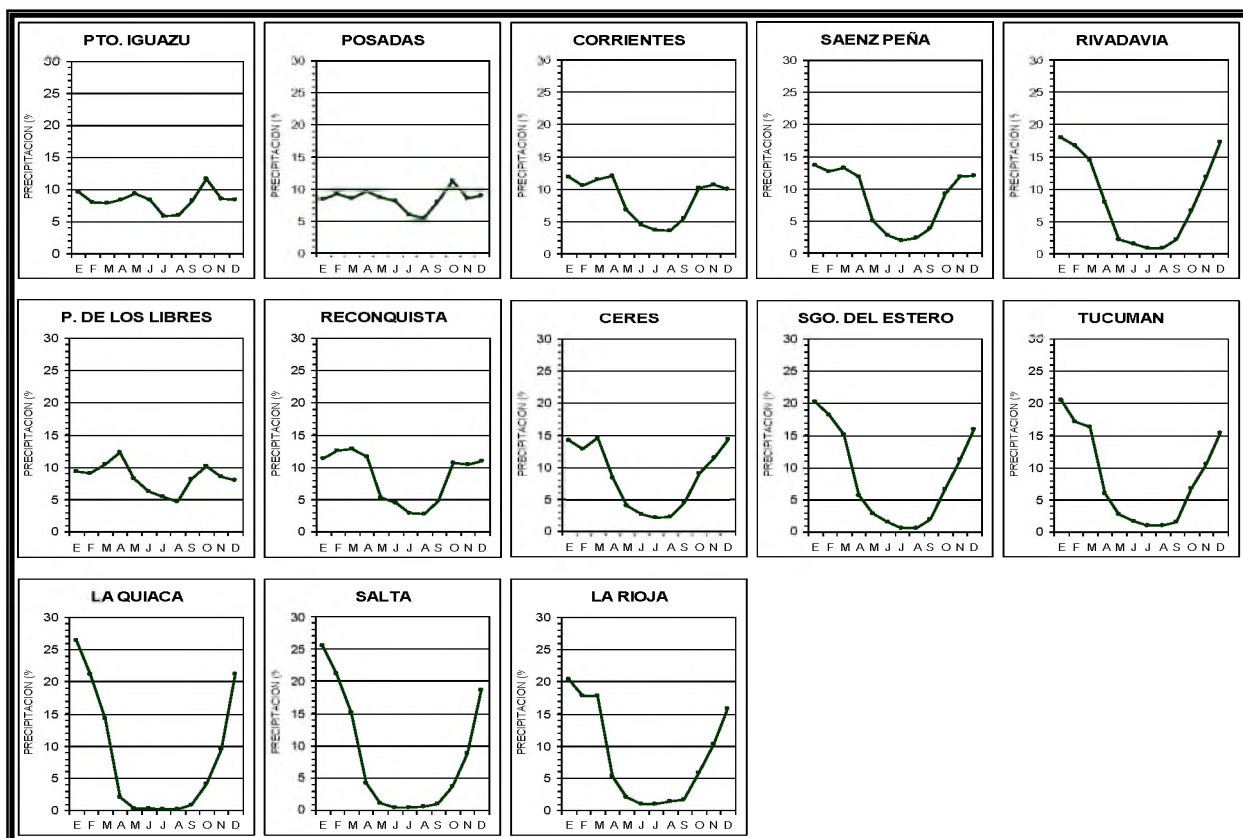


Figura 6. Montos medios mensuales de precipitación (en %). Promedio período 1931/40 – 1991/2000.

La precipitación en el extremo nororiental de nuestro país presenta un ciclo anual con máximos de primavera y otoño y mínimos en invierno; la lluvia comienza a incrementarse desde los inicios de la primavera, presenta su máximo en octubre, declina un poco durante el verano y vuelve a incrementarse en el otoño para presentar su mínimo durante el invierno (Pto. Iguazú y Posadas); Corrientes y Paso de los Libres también presentan un régimen con doble máximo, el principal de otoño (máximo de abril) y el secundario en primavera (octubre/noviembre) separados por un suave descenso en verano y el mínimo principal se alcanza durante el invierno.

En el extremo noroccidental, el máximo es claramente observado entre los meses de diciembre y enero, mientras que el mínimo se registra los meses de julio y agosto, cuando la precipitación se vuelve muy escasa (Salta, Tucumán, Santiago del Estero, La Rioja).

Entre ambos regímenes se inscribe uno de transición en el que, si bien los máximos corresponden al verano, el mes de marzo aún continúa presentando los mayores montos (Reconquista, Sáenz Peña, Ceres).



Cuadro 10. Montos Mensuales y Anuales de las Normales Climatológicas 1931/60 y 1961/90 (en mm)

Localidad	CLINO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Posadas	1931/60	127	158	149	178	167	141	104	82	133	188	135	133	1695
	1961/90	156	157	143	155	138	132	104	112	141	177	156	151	1722
P. de los Libres	1931/60	130	104	128	172	119	92	72	66	116	147	113	111	1370
	1961/90	138	146	166	167	122	83	89	83	134	153	142	120	1543
Corrientes	1931/60	149	127	151	136	87	60	60	42	75	139	139	119	1284
	1961/90	175	146	163	184	96	62	49	56	75	127	146	128	1407
Sáenz Peña	1931/60	137	127	135	99	47	35	21	22	41	104	113	116	997
	1961/90	150	132	141	137	56	24	22	25	42	83	124	122	1058
Ceres	1931/60	113	101	124	58	37	27	22	20	35	84	103	109	833
	1961/90	139	122	134	81	28	21	19	23	48	72	104	128	919
Rivadavia	1931/60	100	112	89	37	11	8	6	6	14	41	74	102	600
	1961/90	126	100	94	64	17	11	4	4	14	43	77	117	671
Santiago del Estero	1931/60	90	93	91	27	14	10	3	3	8	39	60	79	517
	1961/90	132	111	83	37	17	7	4	4	14	33	68	96	606
Tucumán	1931/60	185	160	161	58	29	19	10	8	12	77	108	150	977
	1961/90	209	180	179	68	24	14	10	11	17	54	105	170	1041
La Rioja	1931/60	60	56	57	16	6	3	3	4	6	24	31	51	316
	1961/90	81	72	70	19	8	3	3	5	6	13	43	57	379
Salta	1931/60	176	149	94	25	6	3	2	4	5	25	61	121	671
	1961/90	182	163	118	37	9	2	4	4	7	26	65	138	755
La Quiaca	1931/60	89	77	43	4	1	2	1	0	2	9	31	63	322
	1961/90	80	68	49	10	1	1	0	1	3	16	30	78	337

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

En todos los registros se advierte claramente que el período 1961/90 fue más lluvioso que el anterior.

No obstante, este aumento no influyó en el ritmo anual y estacional de la lluvia, lo que es claramente visible si transformamos en valores relativos los montos absolutos.



Cuadro 11. Montos Mensuales de las Normales Climatológicas 1931/60 y 1961/90 (en %)

Localidad	CLINO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Posadas	1931/60	7,5	9,3	8,8	10,5	9,8	8,3	6,2	4,9	7,9	11,1	7,9	7,8
	1961/90	9,1	9,1	8,3	9,0	8,0	7,7	6,0	6,5	8,2	10,3	9,0	8,8
P. de los Libres	1931/60	9,5	7,6	9,3	12,6	8,7	6,7	5,2	4,8	8,5	10,7	8,2	8,1
	1961/90	9,0	9,5	10,7	10,8	7,9	5,4	5,8	5,4	8,7	9,9	9,2	7,8
Corrientes	1931/60	11,6	9,9	11,8	10,6	6,7	4,7	4,7	3,3	5,8	10,8	10,7	9,3
	1961/90	12,4	10,4	11,6	13,1	6,8	4,4	3,5	4,0	5,4	9,0	10,4	9,1
Sáenz Peña	1931/60	13,7	12,7	13,5	9,9	4,7	3,5	2,1	2,2	4,1	10,4	11,4	11,6
	1961/90	14,2	12,4	13,3	13,0	5,3	2,3	2,1	2,3	4,0	7,8	11,8	11,5
Ceres	1931/60	13,6	12,1	14,9	7,0	4,5	3,2	2,6	2,4	4,2	10,0	12,4	13,1
	1961/90	15,1	13,2	14,6	8,8	3,0	2,3	2,1	2,5	5,3	7,8	11,4	13,9
Rivadavia	1931/60	16,7	18,7	14,9	6,1	1,9	1,3	1,0	1,0	2,3	6,8	12,3	17,0
	1961/90	18,8	15,0	14,0	9,5	2,5	1,6	0,6	0,6	2,0	6,4	11,4	17,4
Santiago del Estero	1931/60	17,3	18,0	17,6	5,3	2,8	2,0	0,6	0,5	1,5	7,6	11,6	15,2
	1961/90	21,7	18,3	13,7	6,2	2,7	1,1	0,7	0,7	2,3	5,5	11,1	15,9
Tucumán	1931/60	19,0	16,4	16,5	5,9	3,0	1,9	1,0	0,8	1,2	7,8	11,1	15,4
	1961/90	20,1	17,3	17,3	6,5	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	5,2	10,1	16,3
La Rioja	1931/60	19,0	17,6	18,0	5,0	2,0	0,9	0,9	1,2	1,9	7,6	9,7	16,2
	1961/90	21,3	19,0	18,5	4,9	2,0	0,7	0,8	1,4	1,7	3,3	11,4	14,9
Salta	1931/60	26,2	22,2	14,1	3,7	0,9	0,5	0,3	0,5	0,7	3,7	9,0	18,1
	1961/90	24,1	21,6	15,7	4,9	1,1	0,3	0,5	0,6	0,9	3,5	8,6	18,3
La Quiaca	1931/60	27,6	23,9	13,3	1,3	0,2	0,5	0,2	0,1	0,6	2,9	9,7	19,6
	1961/90	23,8	20,3	14,5	2,9	0,2	0,2	0,0	0,2	0,8	4,9	9,0	23,3

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

Estas características que se obtienen de las condiciones medias, de promediar largas series de observación, persisten en el tiempo sin mayores diferencias, tal como se advierte en los dos períodos climatológicos normales que comprenden las series estudiadas (Cuadro 11).



Cuadro 12. Variación de los montos estacionales relativos de precipitación (en %). Períodos 1931/60 y 1961/90.

Localidad	CLINO	Verano	Otoño	Invierno	Primav.
Posadas	1931/60	24,6	29,2	19,3	26,9
	1961/90	27,0	25,3	20,2	27,5
P. de los Libres	1931/60	25,2	30,6	16,7	27,4
	1961/90	26,2	29,5	16,5	27,8
Corrientes	1931/60	30,8	29,1	12,7	27,5
	1961/90	31,9	31,5	11,9	24,7
Sáenz Peña	1931/60	38,1	28,1	7,9	25,9
	1961/90	38,1	31,5	6,7	23,6
Ceres	1931/60	40,3	26,7	7,5	25,5
	1961/90	42,3	26,4	6,9	24,4
Rivadavia	1931/60	52,4	22,9	3,3	21,4
	1961/90	51,2	26,0	2,9	19,9
Santiago del Estero	1931/60	50,5	25,7	3,1	20,7
	1961/90	56,0	22,6	2,5	18,9
Tucumán	1931/60	50,7	25,4	3,8	20,1
	1961/90	53,8	26,1	3,3	16,9
La Rioja	1931/60	52,8	25,0	3,1	19,2
	1961/90	55,2	25,5	2,9	16,4
Salta	1931/60	66,5	18,6	1,4	13,5
	1961/90	63,9	21,7	1,4	13,0
La Quiaca	1931/60	71,1	14,9	0,8	13,2
	1961/90	67,4	17,6	0,4	14,6

FUENTE: Datos NOAA-GISS, Servicio Meteorológico Nacional y APA.

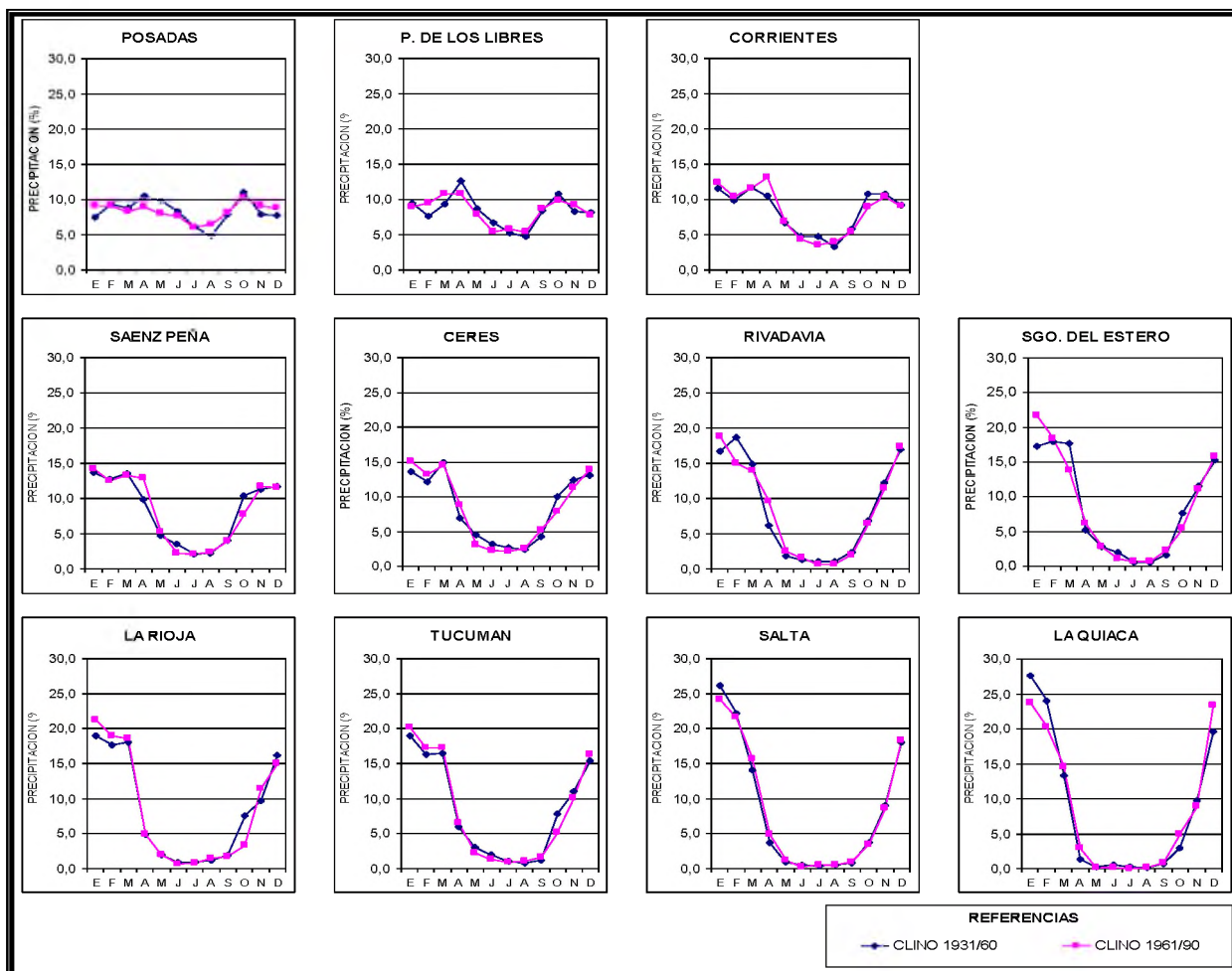


Figura 7. Montos pluviométricos mensuales relativos (en %) – Normales Climatológicas 1931/60 y 1961/90.

En el centro, comienzan a destacarse los montos de verano sobre las otras estaciones (aumentan a un 40%) si bien el otoño aún contribuye con alrededor de un 30% de la lluvia anual (Sáenz Peña y Ceres), mientras que descienden acentuadamente los de invierno (que contribuye con un escaso 10% o menos a la lluvia anual).

Los montos estacionales de los dos periodos climatológicos representados a través de gráficos de barras, permiten observar que la distribución estacional de las lluvias se mantiene sin grandes variaciones, y determinar que las principales diferencias existentes se deben a que, en algunas localidades durante el período 1961/90, las lluvias de verano, otoño o primavera fueron algo más abundantes que en el período 1931/60, pero que no alteran el régimen ni los montos estacionales de manera substancial (Figura 8).

El incremento de los montos de verano y el descenso de los montos invernales se acentúa a medida que avanzamos hacia el oeste, superan el 50% de la precipitación anual en Rivadavia, Santiago del Estero, Tucumán y La Rioja, y sobrepasan el 60% en Salta y La Quiaca, mientras los de invierno decrecen a valores inferiores al 3%.

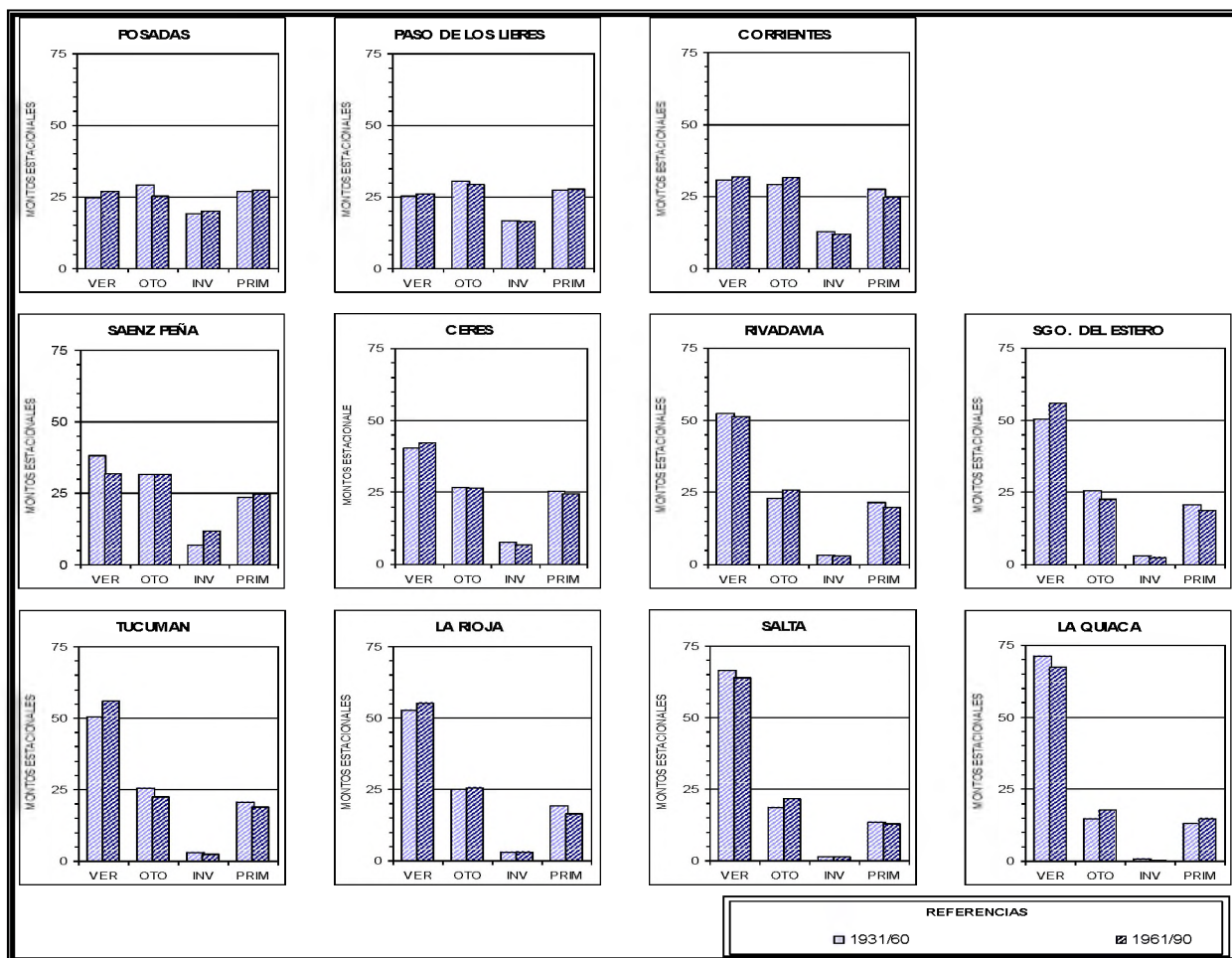


Figura 8. Distribución porcentual de los montos estacionales de precipitación. Periodos 1931/60 y 1961/90.

En el oriente, que posee lluvias bastante bien repartidas durante todo el año, la diferencia entre las condiciones húmedas y secas representa alrededor de un 10% de la lluvia anual, mientras que en el occidente, el invierno (estación seca) representa menos del 5% del monto anual.

El número de días con precipitación

Otro aspecto interesante para caracterizar la pluviosidad de una región es el número medio de días con lluvia mensual y anual. La frecuencia media de días con precipitación, indica el número medio mensual de días en que ocurrieron lluvias, cuya cantidad fue igual o mayor que 0,1 mm.

Este parámetro muestra un campo medio que se aproxima al de los montos pluviométricos, con más de 100 días con lluvia por año en Misiones y el nordeste de Formosa y Corrientes, destacándose el predominio de Posadas (posee el mayor número de días con precipitación en todas las décadas, y su promedio asciende a 113 días/año).

Le siguen en importancia, las estaciones Puerto Iguazú, Tucumán y Formosa. Acorde con las condiciones climáticas, la frecuencia disminuye hasta alcanzar registros inferiores a 80 días año en el eje de mayor aridez en el centro y oeste del país, donde los promedios del periodo sólo alcanzan 75 días/año en Santiago del Estero (Cuadro 13 y Figura 9)



Cuadro 13. Número de días con precipitación. Promedio período 1951/60 – 1991/00.

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Pto. Iguazú	11	10	9	8	8	9	8	8	10	11	9	9	110
Posadas	10	10	9	9	8	10	9	9	11	11	8	9	113
Formosa	9	9	9	9	8	8	6	7	8	10	9	9	101
Corrientes	9	9	9	9	7	7	6	6	8	10	9	9	98
Reconquista	8	8	9	8	6	6	5	5	6	9	8	8	86
Sáenz Peña	9	8	9	9	7	6	5	4	6	8	9	9	89
Las Lomitas	9	9	10	10	7	6	4	4	5	7	9	9	89
Salta	16	15	14	8	4	2	2	2	3	6	10	13	95
Tucumán	14	13	14	10	7	6	4	3	4	9	11	13	108
Paso Libres	9	8	8	8	7	8	8	7	9	10	8	7	97
Ceres	10	8	9	8	6	6	4	4	5	8	9	10	87
Sgo. del Estero	10	9	9	7	5	4	2	2	3	6	8	9	74

FUENTE: datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Si comparamos los datos de precipitación media decenal con los valores de frecuencia media mensual de días con precipitación, observamos que en general, a los meses de mayor precipitación corresponden meses con mayor frecuencia media de días con lluvia.

La excepción la muestran los meses invernales, debido a los procesos que originan las precipitaciones, si bien llueve mayor número de días durante la “*estación fría*” los montos pluviométricos registrados son bastante inferiores a los de estaciones intermedias y verano.

Se advierte que Posadas, Puerto Iguazú y Paso de los Libres poseen una frecuencia media mensual de días con precipitación elevada a lo largo de todo el año (superan los 8 días con lluvia en todos los meses), en cuanto su régimen pluviométrico es más ponderado que los demás y con mayores cantidades anuales.

La frecuencia continúa elevada a lo largo de un eje que se podría situar en las estaciones Formosa, Corrientes y Reconquista (más de 5 días con precipitación todo el año), no obstante comienza a insinuarse en ellas una pequeña disminución durante los meses “*invernales*” con respecto de los valores registrados durante las estaciones “*intermedias y estival*”.

La disminución se vuelve más marcada hacia el interior: en Sáenz Peña y Ceres los registros disminuyen a unos 4 días durante los meses de julio y agosto, mientras que en el occidente continental, en Santiago del Estero, esta situación se agudiza aún más y el período se extiende desde mayo a septiembre.

Según Bruniard (2001) “*la mayor frecuencia de eventos pluviales en el oriente está relacionada a una mayor disponibilidad de humedad en el aire y especialmente con los procesos de convergencia de corrientes opuestas (frentes y depresiones). El régimen del número de días de lluvia, permite señalar la oposición que muestra la estacionalidad de los procesos pluviales entre el este y el oeste. En Posadas el número mensual de días lluviosos es alto durante todo el año y se intensifica durante el invierno (depresiones dinámicas), mientras que a medida que se avanza hacia el interior decae la frecuencia de los procesos pluviales, sobre todo los invernales, pero se mantienen los de verano (inestabilidad), e incluso se intensifican en el interior (Santiago del Estero)*”.

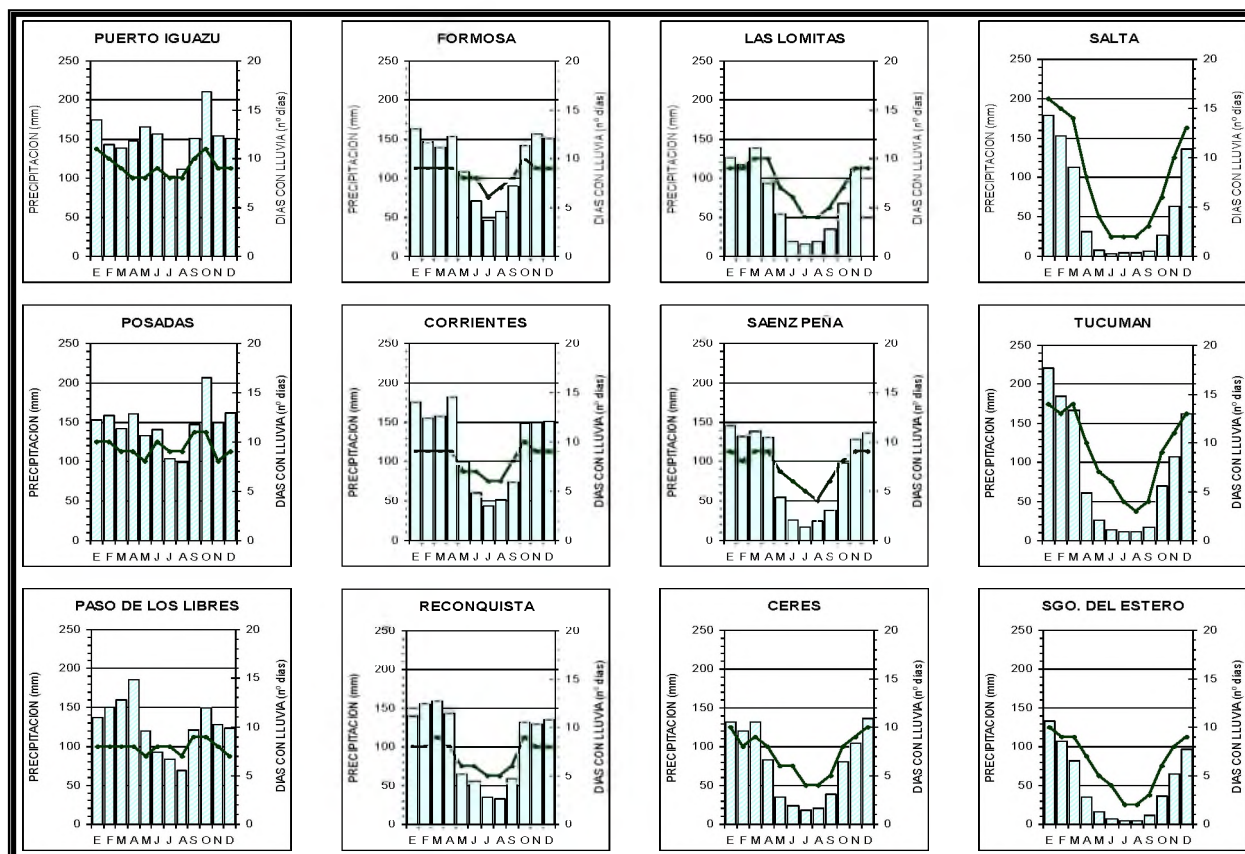


Figura 9 Montos mensuales de precipitación (en mm) y Número de Días con lluvia al mes (nº de días)

El mayor número de días con precipitación por lo tanto, se presenta durante las estaciones intermedias y verano. Se destacan los casos de Tucumán y Salta, que sobrepasan 13 días con precipitación desde diciembre a marzo, si bien estos valores disminuyen rápidamente en los meses siguientes. Estas características, responden lógicamente a las particulares condiciones atmosféricas del área de estudio, a sus montos pluviométricos y regímenes mencionados.

La intensidad de las precipitaciones

Otro tema de gran difusión que está en estrecha relación con los montos de precipitación corresponde a la intensidad o densidad de las precipitaciones, tanto mensuales como anuales, tema que ha despertado gran interés ya que desde diversos ámbitos se insiste que la misma ha aumentado considerablemente durante las últimas décadas.

La *intensidad media de la lluvia*, también denominada *densidad de la lluvia* (definida por el cociente entre el monto pluviométrico y la frecuencia), se expresa en mm por cada día de lluvia, que según Hoffmann (1988) se trata de un parámetro que carece de significado físico, pero que resulta útil para la comparación e interpretación climática.



Cuadro 14. Intensidad media mensual de la precipitación (nº/días). Período 1951/60–1991/00

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Pto. Iguazú	15,9	14,3	15,4	18,5	20,6	17,3	12,9	14,0	15,1	19,2	17,1	16,8	16,4
Posadas	15,3	15,9	15,8	17,9	16,6	14,1	11,6	11,0	13,4	18,8	18,8	18,0	15,6
Formosa	18,1	16,2	15,6	17,0	13,5	8,9	7,7	8,1	11,3	14,2	17,4	16,8	14,1
Corrientes	19,4	17,2	17,4	20,2	14,1	8,6	7,3	8,5	9,3	14,8	16,7	16,8	14,8
Reconquista	17,5	19,5	17,7	17,9	10,8	9,3	7,0	6,6	9,8	14,7	16,1	16,9	14,4
Sáenz Peña*	16,1	16,5	15,3	14,6	7,9	4,3	3,4	6,0	6,3	12,3	14,2	15,1	12,0
Las Lomitas	14,0	13,0	13,8	9,3	7,7	3,2	4,0	4,8	7,0	9,7	12,3	15,6	10,5
Salta	11,2	10,2	8,1	3,9	2,0	1,5	2,0	2,5	2,3	4,5	6,4	10,5	7,7
Tucumán	15,8	14,2	11,9	6,1	3,7	2,3	2,8	3,7	4,3	7,8	9,7	12,5	9,7
Paso Libres	17,1	18,8	20,0	23,3	17,1	11,6	10,5	9,9	13,4	16,6	16,0	17,6	16,0
Ceres	13,2	15,0	14,6	10,4	6,0	3,9	4,6	5,1	7,8	10,1	11,6	13,7	10,7
Sgo. del Estero	13,3	11,9	9,1	5,0	3,2	1,8	2,0	2,0	3,7	6,0	8,1	10,8	8,1

FUENTE: datos del Servicio Meteorológico Nacional. (*) Promedio período 1951/60 - 1981/90

La densidad media anual de las lluvias muestra una distribución semejante a la de los montos anuales, los valores más elevados en el oriente (superan 18 mm/día de lluvia) se reducen a la mitad (menos de 8 mm/día de lluvia) en el eje de máxima aridez. La mayor densidad de las lluvias se produce durante los meses de verano, como consecuencia de la mayor capacidad pluvial del aire húmedo.

Cuadro 15. Intensidad media anual de la precipitación (nº/días). Período 1951/60 – 1991/00

ESTACION	DECADA				
	1951/60	1961/7	1971/80	1981/90	1991/00
Pto. Iguazu	16,3	16,2	16,7	16,7	17,7
Posadas	15,7	14,6	14,2	16,1	15,8
Formosa	13,6	14,5	14,0	14,4	14,6
Corrientes	14,3	14,4	13,5	16,0	14,8
Sáenz Peña *	12,0	11,9	11,6	12,8	s/d
Las Lomitas	10,7	9,6	10,5	10,1	11,3
Salta	7,9	7,8	7,6	7,8	7,5
Tucumán	9,6	9,0	9,7	9,6	10,3
Paso de los Libres	13,9	14,7	16,0	17,5	17,4
Reconquista	12,8	13,8	15,1	15,5	13,8
Ceres	10,7	10,2	11,2	10,6	11,2
Santiago del Estero	7,5	8,3	9,2	7,9	8,7

FUENTE: datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Con respecto del comportamiento de la intensidad de las precipitaciones en el tiempo, se observa que, en la mayoría de las estaciones la densidad ha aumentado hasta la década 1981/90 a partir de la que tuvieron una leve disminución.

Las excepciones están dadas por las localidades de Puerto Iguazú, Formosa, Las Lomitas, Ceres y Tucumán, que registran leves aumentos durante la última década de estudio.

Si representamos gráficamente estos valores, se detecta rápidamente que la intensidad anual, es decir la cantidad de mm por día de lluvia al año, en primer lugar no presenta un comportamiento uniforme en todo el Norte del país y, en segundo lugar, si bien ha aumentado en varias localidades, los aumentos no son tan acusados como lo que generalmente se divulga a través de diversos medios periodísticos e informativos (Figura 10)

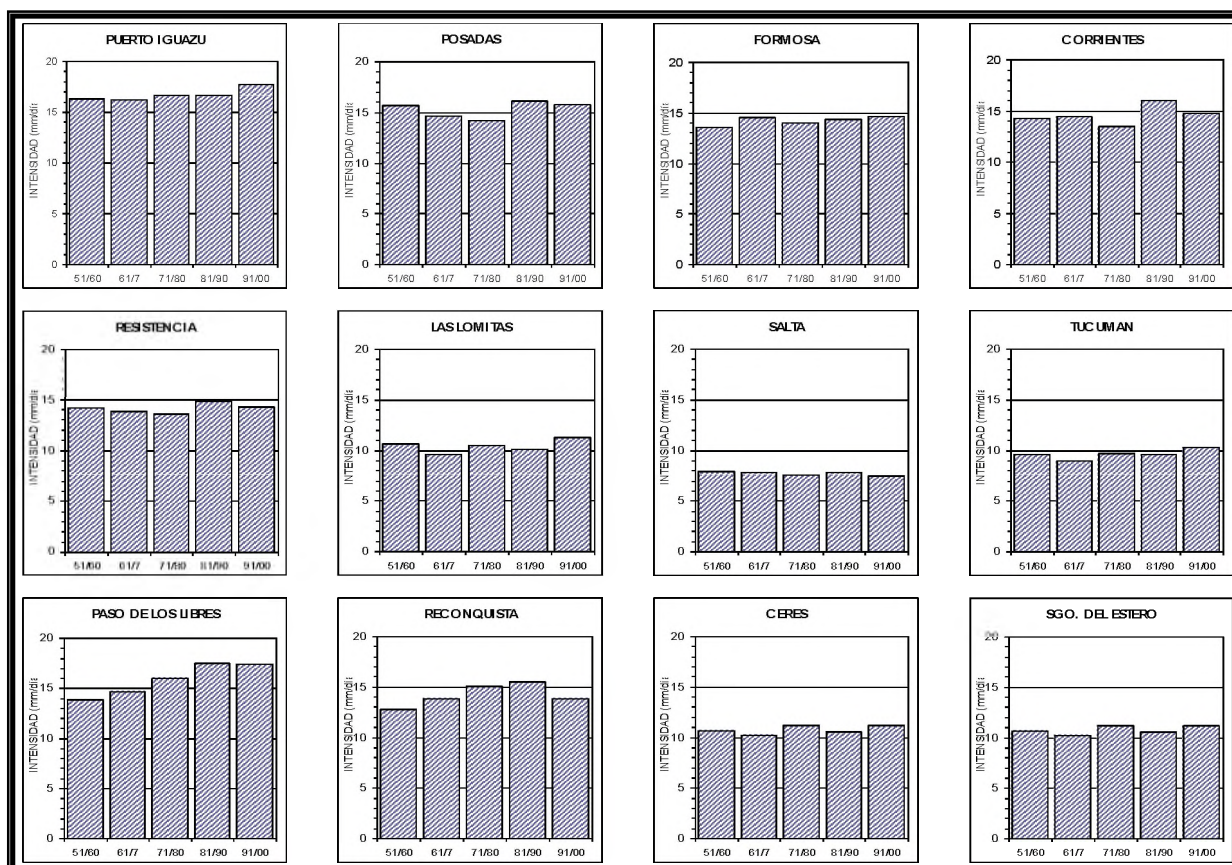


Figura 10. Intensidad media anual de la precipitación (nº/días). Período 1951/60 – 1991/00.

Conclusiones

El tema “estrella” en de los estudios de climatología durante los últimos años ha sido, sin dudas, el hipotético cambio climático y los efectos que el calentamiento global tendría sobre la población y el ambiente. 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, pasa a ser considerada como una manifestación inequívoca del mismo.

Los parámetros estadísticos utilizados nos permiten afirmar que, en el área de estudio, hubo un aumento real de los montos de precipitación a través del tiempo, 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 considerable se produjo durante las últimas dos décadas del siglo XX, y los aumentos más notables se produjeron en las estaciones de verano, otoño y primavera, mientras descendieron los montos de invierno, sin embargo hay que destacar que a partir del año 2000 esta tendencia parecería haberse revertido, tal como lo indican los montos actuales.

En cuanto a la distribución mensual y estacional de las lluvias, los registros analizados indican que el régimen anual no evidencia diferencias marcadas durante el período de observaciones y nos permiten inferir que los regímenes estacionales de precipitación se mantienen en el tiempo sin modificaciones sustanciales.

La intensidad de las precipitaciones, por su parte, no ha registrado aumentos considerables como para vaticinar diluvios catastróficos, son más marcadas las fluctuaciones de corto plazo (interanuales y decenales) que



las de mediano y largo plazo, con lo que las características intrínsecas del clima del norte argentino se mantendrían sin modificaciones sustanciales en el tiempo.

En consecuencia, tanto el comportamiento regional de las precipitaciones como las tendencias detectadas durante los setenta y cinco años analizados permitirían afirmar que nuestro ámbito de estudio se caracteriza por:

- una persistente alternancia histórica de períodos secos y húmedos (épocas de deficiencias 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 parece estar asociado a factores dinámicos ligados fundamentalmente a la circulación atmosférica y oceánica, y que en general no se los registra como característica inherente del clima de nuestra región, es decir, se trata de
- modificaciones a corto y mediano plazo que provocan alteraciones temporales y espaciales en ambos sentidos, pero que mantienen al clima dentro de sus caracteres esenciales y no a un cambio climático, puesto que desde el punto de vista climático este concepto implica diferencias más marcadas en los valores registrados, mayor variabilidad y profundas alteraciones en todo el sistema climático, no sólo en el comportamiento pluviométrico, situación que no se evidencia en las series analizadas.

Citas bibliográficas

(1) Casi todos estos trabajos fueron publicados en las Revistas METEOROS (editada por el Servicio Meteorológico Nacional) entre los años 1951 y 1955 e IDIA, (publicación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, y se citan en la Bibliografía).

(2) Nos referimos a los siguientes trabajos: Capitanelli, R. (1955): *Régimen de aridez de la provincia de San Luis*; Galmarini, A. y Raffo del Campo, J. (1963): *Condiciones de aridez y humedad en la República Argentina*; Bruniard, E. (1982): *La diagonal árida argentina. Un límite climático real*; Burgos, J. (1963): *Las heladas en la Argentina*; Hoffmann, J. (1971): *Frentes, Masas de aire y Precipitaciones en el Norte Argentino*.

(3) Según investigaciones, eventos “La Niña” ocurrieron en 1904-1905, 1908-1909, 1910-1911, 1916-1917, 1924-1925, 1928-1929, 1938-1939, 1950-1951, 1955-1956, 1964-1965, 1970-1971, 1973-1974, 1975-1976, 1988-1989, 1995-1996 y el evento persistente 1998-2001. Similar al ENOS, “La Niña” también varía en intensidad, destacándose como caso ejemplares de esa variación los intensos episodios en duración e intensidad, de acuerdo con los registros de NOAA del período 1950-1991, los ocurridos en 1955-1956, 1974-1975, 1988-1989. Los últimos eventos La Niña ocurrieron en 2000-2001, que fuera relativamente débil comparado al de 1998-2000, y el iniciado durante el otoño de 2007, que según informes de la NOAA y otros organismos, alcanzó su máxima intensidad durante principios de este año.

(4) El verano astronómico comprende los meses de Diciembre-Enero-Febrero (el mes de Diciembre corresponde al año anterior, ya que el verano del Hemisferio Sur está cortado, por ejemplo, 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), el otoño los meses de Marzo-Abril-Mayo, invierno los de Junio-Julio-Agosto, y primavera los de Septiembre-October-Noviembre.

(5) Con respecto a esta información, podemos mencionar que la misma posee una serie de dificultades, tanto para acceder a ella (si bien en Internet actualmente la información está libremente disponible para los usuarios), como con respecto de la calidad de esa información, que no siempre es óptima (en muchos casos hay valores faltantes, a veces años enteros, o mediciones no consolidadas). Además es difícil conseguir series de datos con más de treinta años de longitud, ya que, aunque existan, frecuentemente no están digitalizadas ni consolidadas. La cobertura geográfica es otro problema; es frecuente encontrar estaciones meteorológicas pertenecientes a los Servicios Meteorológicos Nacionales y a los institutos de investigación muy cercanas unas de otras, mientras que extensas áreas (miles de Km²) quedan sin cobertura. Por otro lado, la discontinuidad en las observaciones, la falta de mantenimiento de las estaciones, o directamente la eliminación de redes completas (por ejemplo, en Argentina la eliminación de estaciones pluviométricas dependientes de los ferrocarriles y del mismo Servicio Meteorológico Nacional a partir de los años 1990) agrava la situación.

(6) Debemos aclarar que en las series analizadas, en prácticamente todas las localidades no cuentan con lagunas hasta la década 1991/2000, la más incompleta de los registros. En algunos casos el problema de los datos faltantes pudo resolverse mediante el procedimiento de relleno de lagunas a partir de estaciones cercanas, utilizando el método de las proporciones porcentuales. En otros casos se optó por trabajar con la serie original, a efectos de no alterar los patrones de distribución anual y estacional.

(7) En realidad el aumento marcado está dado fundamentalmente por las precipitaciones de los primeros años del siglo XXI, en especial las precipitaciones del año 2002, tal como se observa en la Figura 4, ya que



pensamos que si hacemos extensivos los datos hasta el año 2007, la tendencia se invertiría mostrando descensos más marcados, por lo menos en Posadas, Corrientes y Sáenz Peña.

(8) En los Cuadros 8 y 9 incluimos las estaciones Puerto Iguazú, Reconquista y Rivadavia a pesar de no tener las series 1931/1940 a 1991/2000 completas para tener mayor claridad en la distribución mensual de las lluvias de este a oeste y advertir con mayor precisión hasta qué longitud se producen los cambios de regímenes pluviométricos.

(9) La situación más extrema corresponde a Paso de Los Libres, que registra un aumento de 3.6 mm/día de lluvia entre 1951/60 y 1981/90, seguido por Puerto Iguazú, cuyo incremento es de 1 mm/día de lluvia entre 1951/60 y 1991/2000.

Bibliografía

ACEITUNO, P. (1988). **On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector. Part I: Surface climate.** Monthly Weather Review, N° 116.

BRUNIARD, E. (1982). **La diagonal árida argentina. Un límite climático real.** Revista Geográfica. N° 95. Méjico, Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

BRUNIARD, E. (1992). **El ámbito subtropical en la República Argentina (Climatología dinámica y límites climáticos).** Estudios Geográficos. Madrid, Inst. Economía y Geografía Aplicadas, N° 208.

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

BRUNIARD, E., PEREZ, M. E., GONZALEZ, C. D. Y BIANCONI, A. (2001). **El Clima de la Región Algodonera Argentina.** Informe Elaborado para el Proyecto Integral Algodonero. Resistencia, Convenio Gobierno de la Provincia del Chaco – UNNE.

BURGOS, J. J. (1963). **Las heladas en la República Argentina.** Buenos Aires, Consejo Nacional de Desarrollo.

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

CAPITANELLI, R. (1955). **Régimen de aridez de la provincia de San Luis.** Boletín de Estudios Geográficos N° 9. Mendoza, Instituto de Geografía - Universidad Nacional de Cuyo.

CASTAÑEDA, M. E. y BARROS, V. (2001). **Las tendencias de la precipitación en el Cono Sur de América al Este de los Andes.** Meteorológica, N° 19.

DIÁZ, H. and BRADLEY, R. (1994). **Documenting Natural Climatic Variations: How Different is the Climate of the Twentieth Century from That of Previous Centuries?** Natural Climate Variability on Decade-to-Century Time Scales. Washington, National Academy Press.

DOYLE, M. and BARROS, V. (2002). **Midsummer low-level circulation and precipitation in subtropical South America and related sea surface temperature anomalies in the South Atlantic.** Journal of Climate, Vol. 15, Issue 1.

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.* Journal of Climate, N° 13.

HAYLOCK, M., PETERSON, T., ALVES, L., AMBRIZZI, T. et al. (2006). **Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with Sea Surface Temperature.** Journal of Climate, N° 19.

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

KAROLY, D. J. (1989). **Southern Hemisphere circulation features associated with El Niño–Southern Oscillation events.** Journal of Climate, N° 2.

KREPPER, C. M., SCIAN, B. and PIERINI, J. O. (1989). **Time and Space Variability of Rainfall in Central East Argentina.** Journal of Climate, N° 2.



- KREPPER, M. y GARCIA, N. O. (2003). **Spatial and temporal structures of trends and interannual variability of precipitation over the La Plata Basin**. Quaternary International 2003 (Elsevier Science Ltd and INQUA).
- LIEBMANN, B., KILADIS, J., MARENGO, A., AMBRIZZI, T. and GLICK J. D. (1999). **Submonthly convective variability over South America and the South Atlantic convergence zone**. Journal of Climate, N° 12.
- LIEBMANN, B., VERA, C., CARVALHO, L., CAMILONI, I. et al. (2004). **An Observed Trend in Central South American Precipitation**. Bulletin of American Meteorological Society, Vol. 17.
- LUCERO, O. L. (1998). **Effects of the southern oscillation on the probability for climatic categories of monthly rainfall, in a semi-arid region in the southern mid-latitudes**. Atmospheric Research, N° 49.
- LUCERO, O. L. and RODRIGUEZ, N. (1999). **Relationship between interdecadal fluctuations in annual rainfall amount and annual rainfall trend in a southern mid-latitudes region of Argentina**. Atmospheric Research N° 52.
- LUCERO, O. A. y RODRIGUEZ, N. (2001). **Evolution of spatial patterns of subdecadal signals in annual rainfall in Southern South America and Southern and Central North America**. Atmospheric Research, N° 70, Ns° 3 y 4.
- MACHADO, E. y MARCHETTI, A. (1954). **Régimen de días con lluvia en la República Argentina**. En: Revista Meteoros. Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, 1954, N° 4.
- MARCHETTI, A. (1951). **Oscilaciones extremas de la cantidad de precipitación en la República Argentina**. Revista Meteoros. Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, N° 1.
- MARCHETTI, A. (1952). **Estudio del régimen pluviométrico de la República Argentina**. Revista Meteoros. Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, Ns° 3-4.
- MINETTI, J. y VARGAS, W. (1998). **Trends and Jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15° S**. Atmósfera. México, Vol. 11, N° 4.
- MINETTI, J., VARGAS, W., HERNANDEZ, C. y LOPEZ, E. (2002). **La circulación regional estacional en Sud América**. Breves Contribuciones del I.E.G. Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Filosofía y Letras.
- MINETTI, J. L.; VARGAS, W. M. y otros. (2003). **Non-linear trends and low frequency oscillations in annual precipitation over Argentina and Chile, 1931–1999**. Atmósfera, N° 16.
- NICHOLLS, N. (1998). **El Niño-Southern Oscillation and rainfall variability**. Journal of Climate, N° 1.
- PITTOCK, A. B. (1980). **Patterns of climatic variation in Argentina and Chile – I. Precipitation, 1931/1960**. Monthly Weather Review. Vol. 108.
- PROHASKA, F. (1952). **Regímenes estacionales de precipitación de Sudamérica y mares vecinos (desde 15° S hasta Antártida)**. Rev. Meteoros, Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, Año II, N° 3.
- ROPELEWSKI, C. F. and HALPERT, M. S. (1987). **Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation**. Monthly Weather Review, N° 115.
- RUSTICUCCI, M., and PEÑALBA, O. (2000). **Interdecadal changes in the precipitation seasonal cycle over Southern South America and their relationship with surface temperature**. Climate Research N° 16.
- SCHWERTFEGGER, W. y VASINO, C. (1954). **La variación secular de las precipitaciones en el este y centro de la República Argentina**. Revista Meteoros. Buenos Aires, Servicio Meteorológico Nacional, Año IV, n° 3.
- SCHWERTFEGGER, W. **Consideraciones acerca de la compensación global de la precipitación anual, en relación con el problema de la producción artificial de lluvia**. METEOROS, año I, n° 2-3, junio 1951.
- VALIENTE, Oscar M. (1999). **“Evolución en el estudio del fenómeno ENSO (El Niño-Oscilación del Sur): de anomalía “local” a la predicción de variaciones climáticas globales”**. En: *Investigaciones Geográficas*. Universidad de Alicante, Instituto Universitario de Geografía, N° 21.
- WEBER, T. (1951). **Tendencias de las lluvias en la Argentina en lo que del siglo**. IDIA. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, N° 48.



Ricardo Omar Conte: Doctor en Geografía. Docente Titular Ordinario. Director- Investigador Categoría II de la Facultad de Humanidades y de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Formosa. Docente Titular Ordinario de la Carrera de Geografía de la Facultad de Humanidades de la UNAF. Docente Adjunto Extraordinario del Doctorado en Geografía de la Facultad de Filosofía, Historia y Letras de la Universidad del Salvador. E-mail roconte@fibertel.com.ar.

Sergio Omar Sapkus: Licenciado en Antropología. Profesor Titular Ordinario e Investigador de las carreras de Historia y Geografía de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Formosa. Magister en Antropología Social en la Universidad Nacional de Misiones. E. mail: sosapkus@arnet.com.ar

Ana María Hilda Foschiatti: Doctora en Geografía. Profesora Titular Ordinaria de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste. Docente Investigadora y Evaluadora Categoría II de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste. E-mail amfoschiatti@hum.unne.edu.ar

María Emilia Pérez: Prof. en Geografía. Docente Titular Ordinaria e Investigadora Categoría III de la Facultad de Humanidades y de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste. Docente Titular Ordinaria de la Cátedra Seminario de Fisiografía y Adjunto Ordinario de la Cátedra Climatología de las Carreras de Profesorado y Licenciatura en Geografía de la Facultad de Humanidades, UNNE. E-mail meperez@hum.unne.edu.ar

Nidia Coronel: Profesora y Licenciada en Geografía. Docente Adjunta Interina de la Carrera de Geografía de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Formosa. Investigadora Categoría V de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la U.Na.F. Doctorando en Geografía. USAL. Email: nidiacoronel@yahoo.com.ar

Foto de Tapa: Graciela Marechal: Profesora en Geografía y artista plástica formoseña.