

# **TENDENCIAS ACTUALES DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN ARGENTINA Y CHILE-IMPACTOS**

**Juan L. Minetti**

**Walter M. Vargas**

**Luis R. Acuña**

**Luis R. de la Zerda**

**Arnobio G. Poblete**

*Laboratorio Climatológico Sudamericano (Fundación Caldenius)-CONICET-  
Dpto. de Ciencias de la Atmósfera (UBA), INTA-EEA Santiago del Estero e  
Inst. de Geo. Apl. de la UNSJ.*

## **RESÚMEN**

*En este trabajo se regionaliza al comportamiento espacio-temporal de las precipitaciones anuales en el período 1931-32/1998-99 y se analizan sus tendencias con el objeto de diagnosticar cambios tempranos en ellas, en vista del gran desarrollo agrícola ocurrido sobre regiones marginales en el pasado período húmedo observado. Se han detectado regiones extensas del territorio analizado donde las tendencias crecientes o decrecientes de las precipitaciones que se iniciaron en la década de 1930 continúan hasta el período 1998-99, y otras regiones donde se observa un incipiente cambio hacia tendencias decrecientes ocurrido en la década de 1980.*

## **ABSTRACT**

*Since the 1950's, a large portion of the Argentina territory has been subject to an unusual and prolonged humid period. A similar persistence, although in the opposite direction, has been observed over Central Chile, with a negative trend in annual precipitation. The socio-economic implications of these phenomena call for a study aiming at analysing the continuity of such climatic conditions, particularly because the agricultural communities have already started actions to adapt to them. In order that the description of these events as well as their diagnosis and appropriate dissemination of the results obtained become useful for decision making, it seems important to describe the current conditions and evaluate their trends, using accessible methods. These methods are oriented to find out whether there are the consequence of a definite climate change or the result of low frequency events. Such a study would define the chances that such conditions could hold on, or not. In respect*

*to these regional conditions, it should be remarked that two recent drought periods have shaken the ongoing social and development adjustments to the currently prevailing climatic conditions, to such an extent that, in some of the Argentina's semiarid regions, attempts to change or give up some crops are noticeable.*

*This work studies the annual precipitation during the 1931 – 32 / 1998 – 99 periods. Trends and low frequency events in the series are analysed in order to diagnose possible changes and prevent hasty decision, should the reverse conditions affect the humid period, in Argentina, with the resulting changes in the agricultural and social current trends.*

*Within the region under study , areas showing increasing / decreasing trends in precipitation have continued until the season 1998-99, whereas an incipient change towards decreasing trends may be observed in the 1980's.*

## **INTRODUCCIÓN**

*Los cambios de los promedios en largos períodos de la precipitación anual han sido extensamente tratados en el pasado en gran escala por Barnett (1985), Ellsaeser y otros (1986), Díaz y otros (1989) y otros, en tanto que en escala regional la misma ha sido tratada por Hoffmann (1988), Barros y Moyra (1996), Barros y otros (1996) y Minetti y Vargas (1998). En lo metodológico éstas han sido analizadas como tendencias lineales o saltos y discontinuidades en los promedios de largo plazo. En los últimos años sucesivas sequías como las de 1988-89 y 1995-96 han afectado considerablemente a las regiones marginales, donde la actividad agrícola había cambiado aprovechando entre otros motivos las mejores condiciones ambientales, Minetti y Acuña (1997), Minetti (1999) y Sierra y otros (1994). Muchas preguntas se realizan sobre este aspecto, y sólo la investigación puede aclarar. Una de ellas tiene que ver con el tiempo que duraría este período húmedo que algunos estiman sin argumentos que continuaría 30 años más, y otros afirman que habría cesado. La respuesta de ello es de gran valor estratégico para empresas, el Estado y la sociedad. Los primeros quieren salvaguardar sus capitales ya invertidos en zonas marginales, el segundo apunta a los procesos de desertización involucrados, que ya se han puesto en marcha en algunas regiones y los terceros esperando que el éxodo no sea la solución necesaria a su problema.*

*Desde el punto de vista metodológico también existen preguntas al respecto. Estas tienen que ver con la naturaleza generatriz de los fenómenos involucrados. Por ejemplo, mientras que la presencia de tendencias puede significar la aceptación de cambios lentos de promedios en el largo plazo ante la presencia de un forzante como el presentado por el calentamiento global, debido al crecimiento del CO<sub>2</sub> (Barros y Castañeda, 1996). La segunda hipótesis supone a un sistema climático inestable donde superados ciertos límites de cambios en sus componentes gaseosos se producen transformaciones más o menos bruscos (Jump) en sus variables. La ocurrencia de saltos en las variables ha sido presentada como una evidencia sobre la precipitación de la zona continental de Argentina por Minetti y Vargas (1998) y en variables de circulación por Vargas y otros (1995). Independientemente de esto, también podría ser que estos saltos en los promedios de largos períodos no obedezcan a las causas apuntadas y no sea otra cosa que el natural funcionamiento del sistema climático.*

*Recientemente, Minetti (1999) trabajando con índices de sequías regionales mostró que efectivamente el período 1981-85 ha sido simultáneamente en toda la región subtropical de Argentina el de menor índice de sequía areal, o sea la más húmeda. También mostró que a partir*

*de allí, las sequías ocurridas durante los eventos de La Niña 1988-89 y 1995-96 habían introducido importantes tendencias decrecientes en las precipitaciones anuales de algunas regiones, y con mayor intensidad en la zona continental de Argentina. Tampoco escapa a este análisis el hecho que cambios de largo plazo como los aquí mostrados, necesitan ser confirmados por otros elementos de juicio (proxy data) que informen sobre ellos en una escala mayor. Al respecto Villalba y Boninsegna (1985), mostraron en sus análisis de índices de crecimientos de anillos de árboles de ciertas localidades del Noroeste Argentino, donde éstos tenían una importante respuesta hídrica, que largos períodos de lluvias excesivas o deficitarias pueden ocurrir con una recurrencia de una cada 58-72 años, lo que pondría en evidencia un comportamiento independiente de la variabilidad de largo plazo del CO<sub>2</sub>. También indicaría que éstas situaciones deficitarias en la precipitación tenderían que aparecer sobre el NOA en éstos años, y da pie a sospechar de la posibilidad de un retorno a condiciones más secas, que ocurrirían a través de un salto climático en sentido inverso (salto negativo). El problema metodológico suscitado tiene que ver, con la herramienta matemática que pueda resolver este problema, ya que para detectar un salto en el promedio necesitamos dos tramos de series consecutivas, una anterior y otra posterior al salto, Yamamoto y otros(1985).*

## **DATOS Y MÉTODOS**

*Se ha definido al período de análisis en la precipitación anual el comprendido entre los años agrícolas 1931-32 y 1998-99 computadas éstas entre los meses de julio (del año t) a junio (del año t+1). El período seleccionado cubre al momento donde ocurrió el salto climático, observado entre las décadas de 1950 y 1960 al Este de Los Andes, un tramo anterior-posterior al mismo y la extensión de las series de precipitación hasta el presente (1997-98) en los análisis de regionalización espacio-temporal. Un análisis más actual se realizó con las series recientemente puestas al día hasta 1998-99 mediante información proporcionada por la Vigilancia Climática llevada a cabo por el Laboratorio Climatológico Sudamericano de la Fundación Caldenius. En todos los casos la mayor parte de la información tratada provienen del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y otras proporcionadas por la Dirección de Recursos Hídricos de Santiago del Estero y empresas privadas que continuaron las observaciones en mesoescala, de la red extinguida del SMN.*

*La metodología propuesta en este estudio hace a la necesidad de poder ver tempranamente cambios en las tendencias o saltos ocurridos en los promedios. Para ello se ha creído importante aplicar un polinomio de*

*grado superior a las series para detectar cambios. Un polinomio de segundo grado es suficiente para ello, pero la posibilidad de verlo mejor con sus deformaciones lo realiza un polinomio de tercer grado. Polinomios de grado superior al tercero ya pueden mostrar oscilaciones de media frecuencia indeseables que no cumplen con el objetivo propuesto.*

*Este trabajo se realiza con dos metodologías. La primera intenta regionalizar a la variabilidad espacio-temporal en todo su espectro durante el período 1931-32/1997-98, y para ello utiliza al método de Lund (1969) modificado por Minetti y Sierra (1989). Con ella se discriminan regiones geográficas con variabilidades temporales semejantes y luego se calculan los promedios de precipitaciones anuales para cada tipo seleccionado. De esta manera se pueden contar con una Vigilancia Climática Operativa en lo sucesivo sobre éstas regiones. A éstos promedios regionales se les calcula y grafican sus tendencias y estiman los momentos de ocurrencia de sus crestas o vértices (máximos de los polinomios en el rango establecido).*

*La segunda metodología, se ejecuta con series individuales a las que se estiman sus polinomios de tercer grado. Luego se calculan para cada una de ellas el año de ocurrencia del máximo como punto de inflexión de las tendencias. Estas fechas son ploteadas en la cartografía y luego se analizan las isocronas (isolíneas de igual fecha de pico máximo en el polinomio). Estas comienzan a discriminar áreas que están siendo afectadas por tendencias crecientes o decrecientes en las precipitaciones. En ellas se ven a las regiones que poseen largas tendencias positivas o negativas, además a las de tendencias negativas recientes, designando esta terminología cuando la misma comienza en la década de 1980.*

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

*La figura 1 muestra a la ubicación geográfica de las localidades utilizadas, mostradas a su vez en la tabla 1. Aplicando la metodología de discriminación espacio-temporal de Lund (1969) a la precipitación anual computada en períodos agrícolas para las series 1931-32/1997-98 se logran discriminar a once tipos homogéneos. Estos tipos fueron agrupados en las figuras 2, 3, 4 y 5 de acuerdo a las características de sus tendencias, que se pueden ver en las figuras 6a y 6b.*

*La figura 2 muestra al espacio geográfico afectado por largas tendencias decrecientes de las precipitaciones promedios regionales ocurridas en los últimos 63 años (desde 1935-36) sobre el centro-sur de Chile y el oeste del Comahue en Argentina identificada como tipo 5. Allí las sequías ocurridas*

durante el final de la década de 1980 (1988-89) fueron las más importantes de este período aunque por las pérdidas originadas en hidroelectricidad, disminución del agua de riego e incendios forestales, la sociedad recuerde a las últimas ocurridas durante 1998. La caída en el largo plazo de la precipitación anual entre ambos extremos es de alrededor de -300mm y no se perciben señales de finalización de este proceso. Aunque no se observe un efecto particular en un año determinado, la prolongada caída del promedio de las precipitaciones sobre la región semiárida central de Chile afectada simultáneamente por fuerte presión antrópica está acentuando los procesos de desertificación. También se incluyen como importantes en la figura 2, a las tendencias decrecientes observadas en períodos más cortos que poseen más de 20 años con este comportamiento. Esto puede verse en los tipos 9 y 11. El tipo 9 discriminada entre dos localidades (línea Rosario-Marcos Juárez) mantiene una muy débil tendencia decreciente desde 1976-77 que no tiene ningún impacto en la agricultura local, y la región afectada por el tipo 11 que incluye a las localidades intermontanas de La Esperanza (San Pedro de Jujuy)-Perico-San Salvador de Jujuy donde las mismas decrecen en forma importante desde 1977-78 al presente. En este caso la disminución en sus promedios anuales fue de -125mm y está afectando a un valle agrícola de regadío con agricultura intensiva frutihortícola, tabaco y caña de azúcar. El perjuicio también incluye a la zona de recarga de los ríos que aprovisionan el agua para el riego (río Perico y otros). La figura 3 muestra a las caídas recientes de la precipitación ocurridas a partir de la década de 1980. Estas incluyen al tipo 3 (que caen desde 1985-86), tipo 4 (que caen desde 1986-87), tipo 7 y 8 (que caen desde 1982-83).

*Tabla 1: Localidades con información pluviométrica analizada en el período agrícola 1931-32 y 1997-98.*

<i>Número</i>	<i>Localidad</i>	<i>Provincia</i>
1	La Quiaca	Jujuy
2	S.S. de Jujuy	Jujuy
3	Perico	Jujuy
4	La Esperanza	Jujuy
5	Ledesma	Jujuy
6	Embarcación	Salta
7	Tartagal	Salta
8	Rivadavia	Salta
9	Salta	Salta
10	J.V.González	Salta

11	<i>Lajitas</i>	<i>Salta</i>
12	<i>Metán</i>	<i>Salta</i>
13	<i>R.de la Frontera</i>	<i>Salta</i>
14	<i>Trancas</i>	<i>Tucumán</i>
15	<i>S.M.de Tucumán</i>	<i>Tucumán</i>
16	<i>Leales</i>	<i>Tucumán</i>
17	<i>La Cocha</i>	<i>Tucumán</i>
18	<i>Pozo Hondo</i>	<i>Santiago</i>
19	<i>S. del Estero</i>	<i>Santiago</i>
20	<i>Frías</i>	<i>Santiago</i>
21	<i>Ojo de Agua</i>	<i>Santiago</i>
22	<i>Campo Gallo</i>	<i>Santiago</i>
23	<i>Quimilí</i>	<i>Santiago</i>
24	<i>Añatuya</i>	<i>Santiago</i>
25	<i>Bandera</i>	<i>Santiago</i>
26	<i>Las Lomitas</i>	<i>Formosa</i>
27	<i>Formosa</i>	<i>Formosa</i>
28	<i>P.S.Peña</i>	<i>Chaco</i>
29	<i>Las Breñas</i>	<i>Chaco</i>
30	<i>Gancedo</i>	<i>Chaco</i>
31	<i>Va.Angela</i>	<i>Chaco</i>
32	<i>Corrientes</i>	<i>Corrientes</i>
33	<i>Bella Vista</i>	<i>Corrientes</i>
34	<i>Goya</i>	<i>Corrientes</i>
35	<i>P. de los Libres</i>	<i>Corrientes</i>
36	<i>Posadas</i>	<i>Misiones</i>
37	<i>Montecarlo</i>	<i>Misiones</i>
38	<i>Catamarca</i>	<i>Catamarca</i>
39	<i>La Rioja</i>	<i>La Rioja</i>
40	<i>Chepes</i>	<i>La Rioja</i>
41	<i>San Juan</i>	<i>San Juan</i>
42	<i>Córdoba</i>	<i>Córdoba</i>
43	<i>Va.Dolores</i>	<i>Córdoba</i>
44	<i>Pilar</i>	<i>Córdoba</i>
45	<i>Marcos Juárez</i>	<i>Córdoba</i>
46	<i>Rio Cuarto</i>	<i>Córdoba</i>
47	<i>Laboulaye</i>	<i>Córdoba</i>
48	<i>Ceres</i>	<i>Santa Fé</i>
49	<i>Rafaela</i>	<i>Santa Fé</i>
50	<i>Rosario</i>	<i>Santa Fé</i>
51	<i>Paraná</i>	<i>Entre Ríos</i>
52	<i>Concordia</i>	<i>Entre Ríos</i>
53	<i>Gualeguaychú</i>	<i>Entre Ríos</i>

54	<i>San Luis</i>	<i>San Luis</i>
55	<i>Va.Reynolds</i>	<i>San Luis</i>
56	<i>Mendoza</i>	<i>Mendoza</i>
57	<i>San Rafael</i>	<i>Mendoza</i>
58	<i>Rancul</i>	<i>La Pampa</i>
59	<i>General Pico</i>	<i>La Pampa</i>
60	<i>Victorica</i>	<i>La Pampa</i>
61	<i>Santa Isabel</i>	<i>La Pampa</i>
62	<i>Santa Rosa</i>	<i>La Pampa</i>
63	<i>Catrilo</i>	<i>La Pampa</i>
64	<i>Macachín</i>	<i>La Pampa</i>
65	<i>Guatraché</i>	<i>La Pampa</i>
66	<i>Bernasconi</i>	<i>La Pampa</i>
67	<i>Junín</i>	<i>Buenos Aires</i>
68	<i>Capital Federal</i>	<i>Capital Federal</i>
69	<i>Las Flores</i>	<i>Buenos Aires</i>
70	<i>Pehuajó</i>	<i>Buenos Aires</i>
71	<i>Bolivar</i>	<i>Buenos Aires</i>
72	<i>Azul</i>	<i>Buenos Aires</i>
73	<i>Tandil</i>	<i>Buenos Aires</i>
74	<i>Dolores</i>	<i>Buenos Aires</i>
75	<i>Mar del Plata</i>	<i>Buenos Aires</i>
76	<i>Tres Arroyos</i>	<i>Buenos Aires</i>
77	<i>Coronel Suárez</i>	<i>Buenos Aires</i>
78	<i>Bahía Blanca</i>	<i>Buenos Aires</i>
79	<i>Patagones</i>	<i>Buenos Aires</i>
80	<i>Río Colorado</i>	<i>Río Negro</i>
81	<i>Neuquén</i>	<i>Neuquén</i>
82	<i>S.C.de Bariloche</i>	<i>Río Negro</i>
83	<i>Trelew</i>	<i>Chubut</i>
84	<i>Esquel</i>	<i>Chubut</i>
85	<i>C.Rivadavia</i>	<i>Chubut</i>
86	<i>Río Gallegos</i>	<i>Santa Cruz</i>
87	<i>Ushuaia</i>	<i>T.del Fuego</i>
88	<i>Santiago de Chile</i>	<i>República de Chile</i>
89	<i>Concepción</i>	<i>República de Chile</i>
90	<i>Valdivia</i>	<i>República de Chile</i>
91	<i>Puerto Montt</i>	<i>República de Chile</i>
92	<i>Punta Arenas</i>	<i>República de Chile</i>

*En particular el tipo 3 incluye a localidades del centro argentino (gran parte de la provincia de Córdoba y centro de Tucumán en forma aislada)*

*donde la sequía asociada a La Niña de 1988-89 se asemejó a las caídas de precipitaciones ocurridas durante 1971-72 (18 años atrás) y las acontecidas anteriores al salto climático de 1950-60 descritas por Minetti y Vargas (1998). Los impactos producidos por esta sequía y en menor grado por la asociada a La Niña de 1995-96 se han sentido en la agricultura de granos y oleaginosas en el sur de la provincia de Córdoba. El área afectada por el tipo 4 abarca a gran parte del Noroeste Argentino (trópico-subtrópico continental). Allí la sequía de 1995-96 ha sido más importante que la de 1988-89 y mientras ocurrían los eventos El Niño de 1991, 92 y 94 la precipitación promedio regional caía hacia 1995-96. Esta región que cubre a parte del oeste y sur de Santiago del Estero y sur de Salta, han hecho sentir sus efectos sobre cultivos de granos y poroto extendidas sobre regiones semiáridas. La de mayor impacto se observó en los cultivos de soja ubicados en regiones muy marginales que había aprovechado a precipitaciones cercanas a 1000mm anuales en la década anterior (1980), para encontrarse con frecuentes 600-700 mm durante el primer quinquenio de la década de 1990. Este fenómeno regional también puso a prueba hasta donde podían expandirse los cultivos que requieren más agua en su ciclo, y la adopción de nuevas tecnologías conservacionistas de agua en las prácticas culturales (labranza cero, etc.). La región afectada por el tipo 7 se ubica sobre el norte de la provincia de Bs.As. y sudeste de Entre Ríos. Allí la sequía de 1995-96 fue tan importante como la registrada en 1964-65, las dos más intensas del período. Además los dos años laterales 1994-95 y 1996-97 también fueron secos, de tal manera que esta racha seca de tres años impactó a los cultivos de granos, particularmente al maíz que es más exigente en agua. Sin embargo éste efecto no se advirtió efectivamente en los rendimientos agrícolas (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 1990, 1997), por la implantación de nuevas tecnologías en el período que sólo se le advierte si se filtran los efectos de éstas como tendencias en los rindes anuales. La región afectada por el tipo 8 se concentra sobre gran parte de la zona árida del oeste de Argentina subtropical. La caída de la precipitación promedio en la misma viene desde 1982-83. Allí, valores muy altos de precipitaciones se registraron sobre el final de la década de 1970 con valores típicos de una zona semiárida. La caída de precipitación en esta región mostró sus impactos en forma indirecta. Esta región ha estado sometida a un expansivo plan de radicación de agricultura frutícola (olivarera) bajo regadío, y si bien los sistemas implantados son adaptados al ahorro de agua (riego por goteo), ésta es extraída de napas subterráneas que se pierden en profundidad por dos efectos, un aumento del consumo de agua por un lado, y una disminución de la recarga subterránea por el otro. Este efecto ha estado ocurriendo desde 1982-83 al presente. Para esta región la sequía*

*observada en 1988-89 ha sido la más importante desde 1970-71 y también la de todo el período analizado.*

*Mientras que las regiones anteriormente mostradas se pueden agrupar en las que se considerarían como tendencias decrecientes "recientes", las regiones afectadas por los tipos 6 y 10 (figura 4), ubicadas en el este de la provincia Santiago del Estero, centro-oeste de Formosa y noreste de Salta, los máximos de los polinomios alcanzaron en los años 1990-91 y 1993-94 constituyendo a eventos "muy recientes" de tal manera que sus impactos son casi imperceptibles al presente, pero ya alertarían sobre un posible inicio de caída en los promedios en décadas venideras.*

*Diferentes son las regiones abarcadas por los tipos 1 y 2 (figura 5) donde sus tendencias crecientes parecen ser tan sostenidas que no muestran signos de finalización de ese comportamiento. Estas regiones aunque con regímenes de variabilidades diferentes, están cubriendo al centro-sur de Buenos Aires, La Pampa, este de Neuquén, centro-este de Río Negro, este de Chubut, este de Formosa, centro-este de Chaco, norte de Santa Fe, sudeste de Santiago del Estero, norte de Entre Ríos, y la totalidad de las provincias de Corrientes y Misiones.*

*La región afectada por el tipo 1 ha tenido un cambio del promedio del orden de +200mm y la del tipo 2 unos +350mm, siendo estos aumentos del orden de los +33% y +28% respecto a los promedios generales de todo el período. Los impactos generados han tenido que ver con las expansiones agrícolas registradas sobre las provincias de La Pampa (Sierra y otros, 1994), oeste de Bs.As., y centro-oeste del Chaco. Sobre el norte del Litoral Fluvial, norte de Santa Fe y este de Formosa, no se han podido observar impactos importantes debido a que las regiones involucradas corresponden en gran parte a tierras inundables improductivas. Es posible que sobre el este de la provincia de Río Negro y Chubut se estén observando algunos cambios en el uso de la tierra, pero no se tienen registros. También en algunos casos como los efectos han sido los aumentos de grandes extensiones inundadas como los del oeste de Bs.As., sudeste de Córdoba y el aumento de extensión de mares y lagunas interiores (Minetti y Vargas, 1998). Sobre el noreste de La Patagonia sí en cambio se han observado con el aumento de la ocurrencia de precipitaciones de volúmenes fuera de lo normal un aumento en los niveles de erosión pluvial.*

*Más al sur de Patagonia se reconocen una gran dispersión de tipos identificados por cada una de las series observadas (Río Gallegos, Ushuahia y Punta Arenas), pero la escasez de información no permite agrupar al menos a dos localidades bajo un mismo tipo.*

*Cambiando de metodología, la figura 7 muestra a las isocronas de fechas en que han ocurrido los máximos de los polinomios de las series individuales de precipitación anual en el período 1931-32 y el 1998-99*

*como producto de la Vigilancia Climática operativa. Las fechas extremas de 1931 y 1998 están indicando que las posiciones máximas de las funciones alcanzaron a los años de inicio y final del récord de datos. En el primer caso la posición extrema de 1931-32 indica que esta región posee una tendencia decreciente y que nunca se logró superar al valor registrado en esta fecha. Esto corresponde geográficamente al centro-sur de Chile y oeste del Comahue. La situación inversa con el máximo en 1998-99 indica a las regiones que tienen una tendencia positiva con el máximo de la función sobre el último año analizado. Esta es la del centro-este de Patagonia, casi toda la provincia de La Pampa, San Luis, centro-sur de La Rioja, centro-sur de Bs.As., sudeste de Córdoba, norte de Santa Fe, sudeste de Santiago del Estero, centro-este del Chaco y Formosa, Corrientes y Misiones. En esta figura se ha identificado a una diagonal que cruza la zona subtropical de Argentina entre las provincias del NOA y el norte de Bs.As.-sur de Entre Ríos. En ella se observaron máximos de las funciones sobre 1985 o anteriores. Localidades involucradas en este comportamiento son: Buenos Aires, Gualeguaychú, Rosario, Pilar (Córdoba), Frías (Santiago), Catamarca, Santiago del Estero, Añatuya (Santiago), Gancedo y Las Breñas. Estas dos últimas localidades están ubicadas en el oeste del Chaco, donde se ha registrado en las últimas décadas un importante desarrollo agrícola algodonero. También en el extremo sur de Bs.As. (Patagones) y en Ushuaia se están registrando este tipo de comportamiento. También se ve con una metodología diferente que esta diagonal con tendencias decrecientes en la precipitación se ubica sobre las regiones definidas anteriormente como de tipo 7,3, 4 y 8 de la variabilidad espacio-temporal.*

## **CONCLUSIONES**

*-Continúan observándose tendencias crecientes de las precipitaciones en dos regiones diferentes de Argentina (las involucradas dentro de los tipos 1 y 2) y no existe ninguna evidencia que este comportamiento pueda cesar.*

*-Lo opuesto con tendencias decrecientes sin señales de finalización se registra básicamente en la región cubierta por el tipo 5.*

*-Ambas tendencias descritas anteriormente están produciendo impactos considerables en el ecosistema las actividades humanas y las economías regionales.*

*-Tendencias "recientes" al decrecimiento de los promedios se observaron en una diagonal NW-SE que cruza a la región subtropical argentina y que comprometen a los tipos 3, 4, 7, 8, todas ellas iniciadas durante la década de 1980, y otras anteriores como las del tipo 11 en el sur de Jujuy y en menor grado la de la línea Rosario-Marcos Juárez que parte de 1977-78 y 1976-77.*

*-Retrocesos incipientes en las avanzadas de los desarrollos agrícolas sobre regiones marginales anteriores se están observando en algunos casos.*

*-Parecen finalizar en sus tendencias crecientes y se insinúa el inicio de un decrecimiento en las precipitaciones sobre la región involucrada por los tipos 6 y 10.*

*-En este último caso, aún no se perciben impactos por las condiciones desfavorables, y aún continúan los efectos de la tendencia creciente de la precipitación observada hasta fines de la década de 1980.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, Dirección Nacional de Meteorología de Chile, Departamentos de Hidráulica de las provincias de Santiago del Estero y La Pampa, INTA-EEA Santiago del Estero, Rafaela y Leales, Catamarca, Bella Vista, Montecarlo, Cerrillos, Pocitos y Anguil, INTA Regional NEA, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Ingenios La Esperanza y Ledesma, La Plata Cereal, Agroproductos (Metán) por los datos y colaboraciones brindadas. También un agradecimiento a mi colaboradora Sara Albarracín por la cartografía y dibujos.*

## **LITERATURA CITADA**

*-Barnett, T.P. 1985. Long-term Changes in Precipitation Patterns, in Detecting the Climate Effects of Increasing Carbon Dioxide. Rep. OE/ER-0235, 149-162. U.S. Dep. of Energy Carbon Dioxide Res. Div., Natl. Tech. Inf. Serv. Springfield, Va.*

*-Barros, V., M. Castañeda, and M. Doyle. 1996. Recent precipitation trends in Southern South America to the East of the Andes: an indication of a mode of climatic variability. Green House Emission Under Developing Country Point of View. Proceeding on the Latin America Workshop on*

*Green House Emission of Energy Sector and their Impacts, Río de Janeiro, Febrero 1996.*

*-Barros, V. And D.Moyra. 1996. Precipitation trends in Southern South America to the East of the Andes. Centre of Ocean Land Atmospheric Studies. COLA, MD. Report N°26. Proceeding of the Workshops of Dynamics on Statistical of Secular Climate Variations, 76-80.*

*-Bolsa de Cereales de Buenos Aires. 1990 y 1997. Números Estadísticos.*

*-Díaz, H.F., R.S. Bradley and J.K. Eischeid. 1989. Precipitation Fluctuations over Global Land Areas since the late 1800's. J. Geophys Res. 94, 1195-1210.*

*-Ellsaesser, H.W., M.C. Mac Cracken, J.J. Walton and S.L. Grotch. 1986. Global Climatic Trends as Revealed by the Recorded Data. Rev. Of Geo. 24, N° 4, 745-792.*

*-Hoffmann, J.A.J..1988. Las variaciones climáticas ocurridas en la Argentina desde fines del siglo pasado hasta el presente. El deterioro del ambiente en la Argentina. 275-290. FECIC. Buenos Aires.*

*-Lund I.A. 1969. Map classification by statistical methods. J.Appl. Meteorol., 2, 56-65.*

*-Minetti, J.L. and E.M. Sierra. 1989. The influence of general circulation patterns on humid and dry years in the Cuyo Andean Region of Argentina. Int. Jou. of Climatology, vol. 9, 55-68.*

*-Minetti, J.L. y L.R. Acuña. 1997. Precipitaciones en la Argentina-Fin del período húmedo reciente?. 7ma. Reu. Arg. y Ira. Latinoamericana de Agrometeorología. AADA. Bs.As..*

*-Minetti, J.L. y W.M. Vargas. 1998. Trends and Jumps in the annual precipitation in South America, south of the 15°S. Atmósfera 11, N° 4, 205-223. México.*

*-Minetti, J.L.. 1999. Las sequías en la Argentina. Contribuciones Científicas GAEA. 60va. Sem. De Geografía., 491-96. San Juan.*

*-Sierra, E.M., M. Conde Pratt, S. Peres y C. Messina. 1994. Variaciones del régimen de precipitaciones y del área cultivada con granos en la Argentina, 1941-90. VI Reu. Arg. de Agrometeorología. AADA. Córdoba.*

*-Vargas, W.M., J.L.Minetti and A.G.Poblete. 1995. Statistical Study of Climatic Jump in the Regional Zonal Circulation over South America. J.Met.Soc. of Japan, 73, N° 5, 849-856.*

*-Villalba, R . y J.Boninsegna. 1985. Desarrollo de cronologías en el Noroeste Argentino. GEOACTA, vol. 13, N° 1, 131-139. Buenos Aires.*

*-Yamamoto, R.T., T. Iwashima, S.N.Kadi and M.Hoshiai. 1985. Climatic Jump: A Hypothesis in Climatic Diagnostic. J.Met. Soc. of Japan, 63, 1157-1160.*

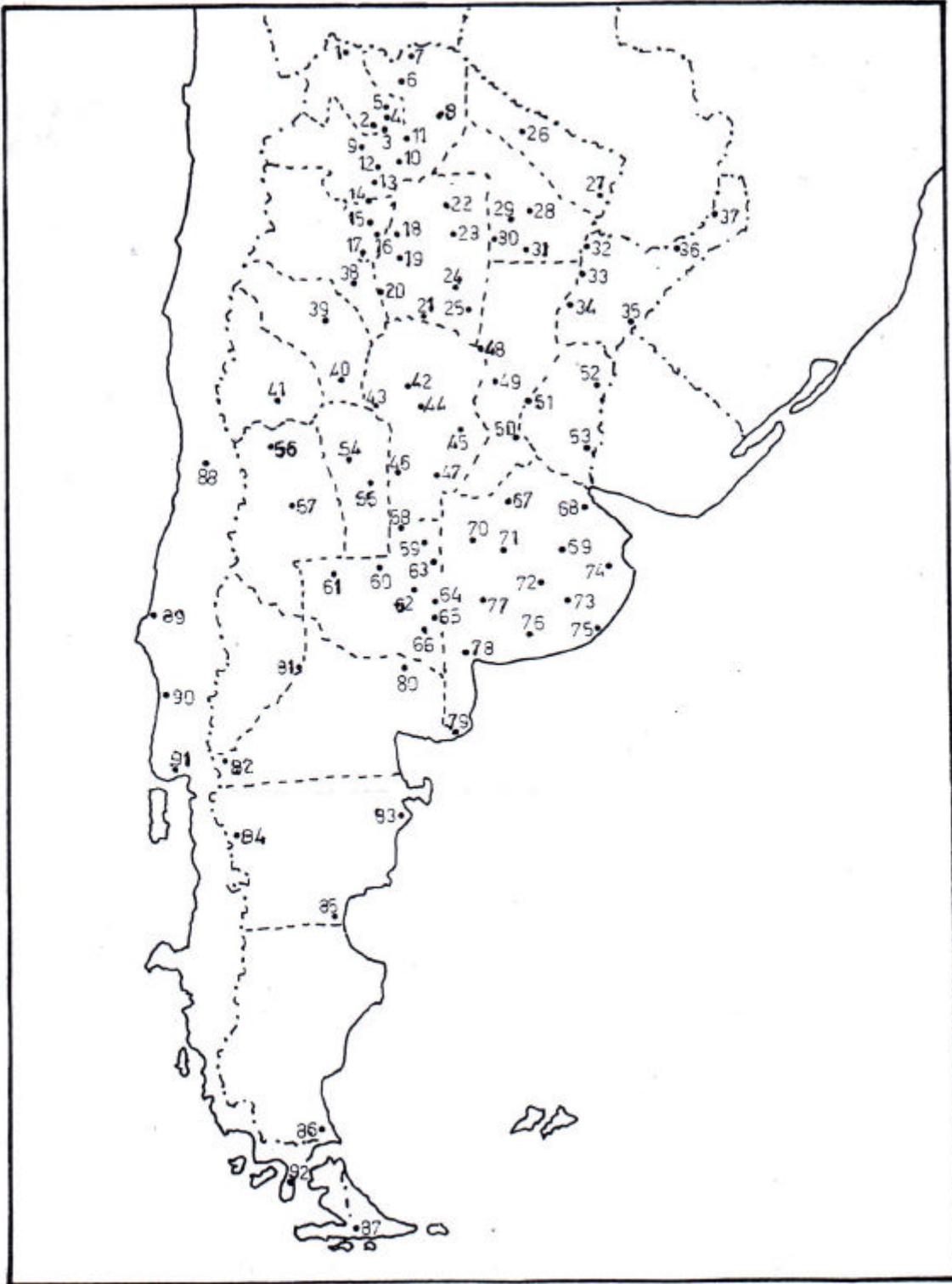


Figura 1: Región de estudio y localización de estaciones listadas en la Tabla 1.

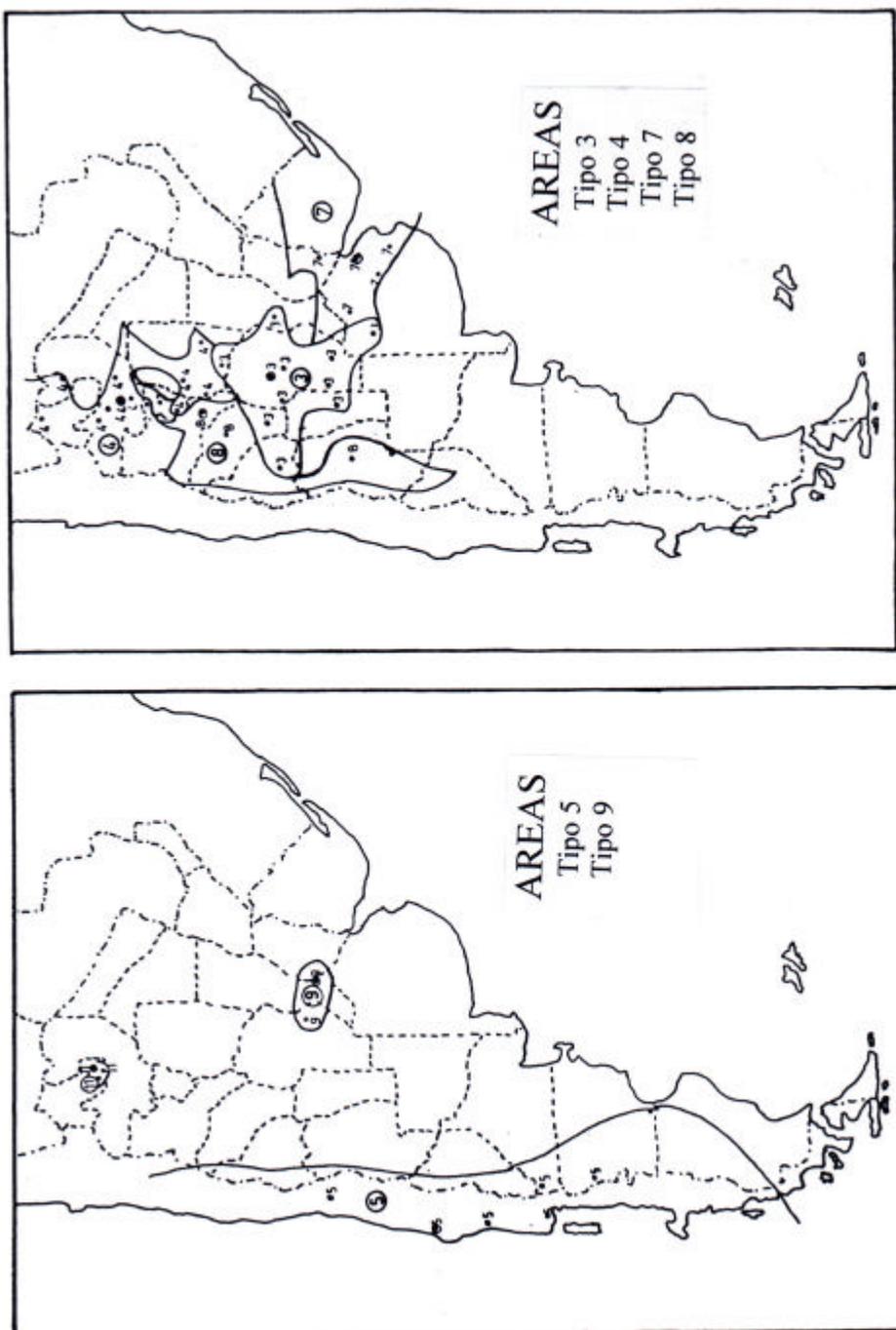


Figura 2 (izq.): Región afectada por largas tendencias decrecientes en la precipitación anual, tipos 5, 9 y 11. Figura 3 (der.): Idem pero con tendencias decrecientes desde la década de 1980, tipos 3, 4, 7 y 8.

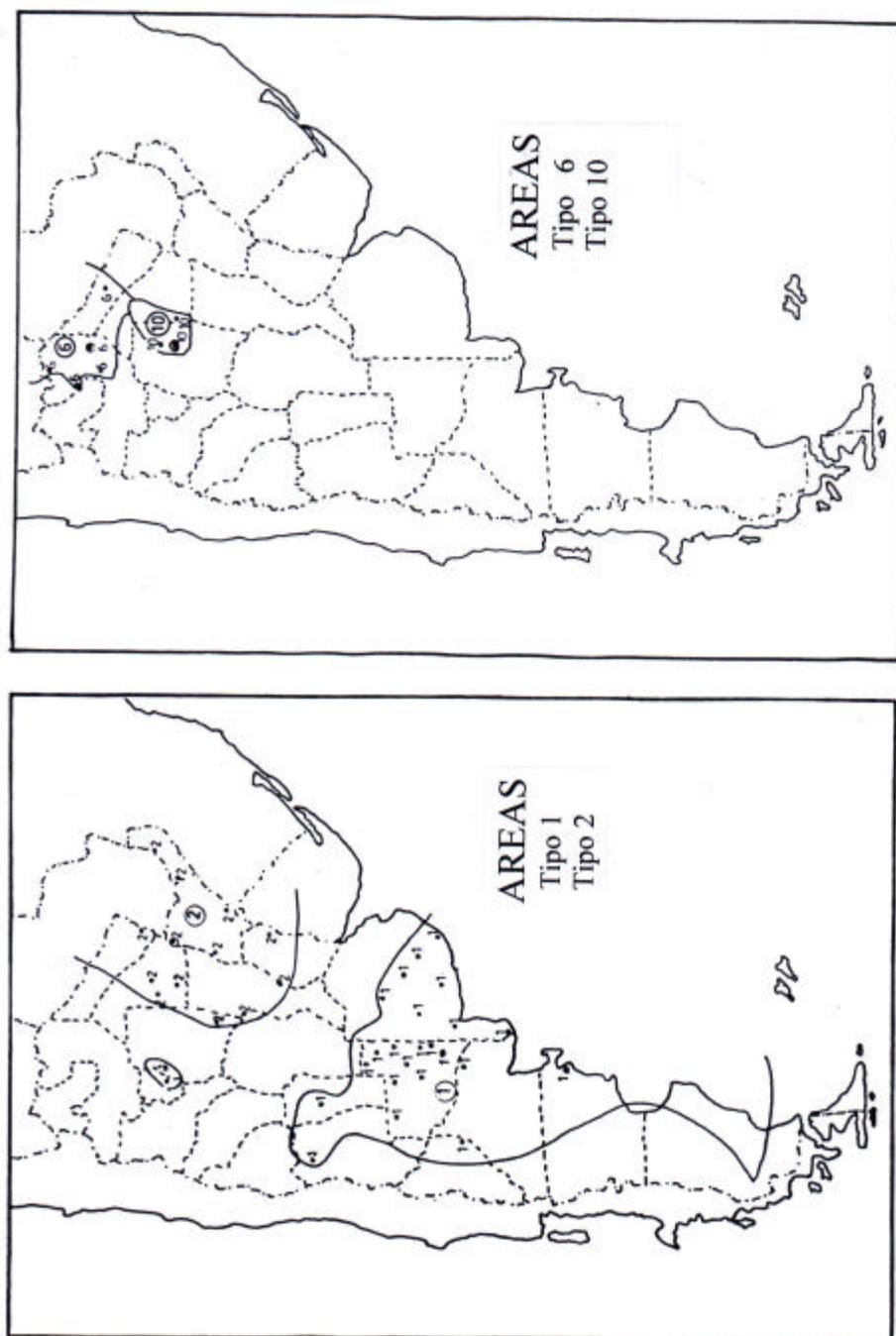


Figura 4 (izq.): Regiones afectadas por largas tendencias crecientes en la precipitación anual, tipos 1 y 2. Figura 5 (der.): Regiones donde el máximo de precipitación ocurrió a comienzos de la década de 1990 y está en leve decrecimiento, tipos 6 y 10.

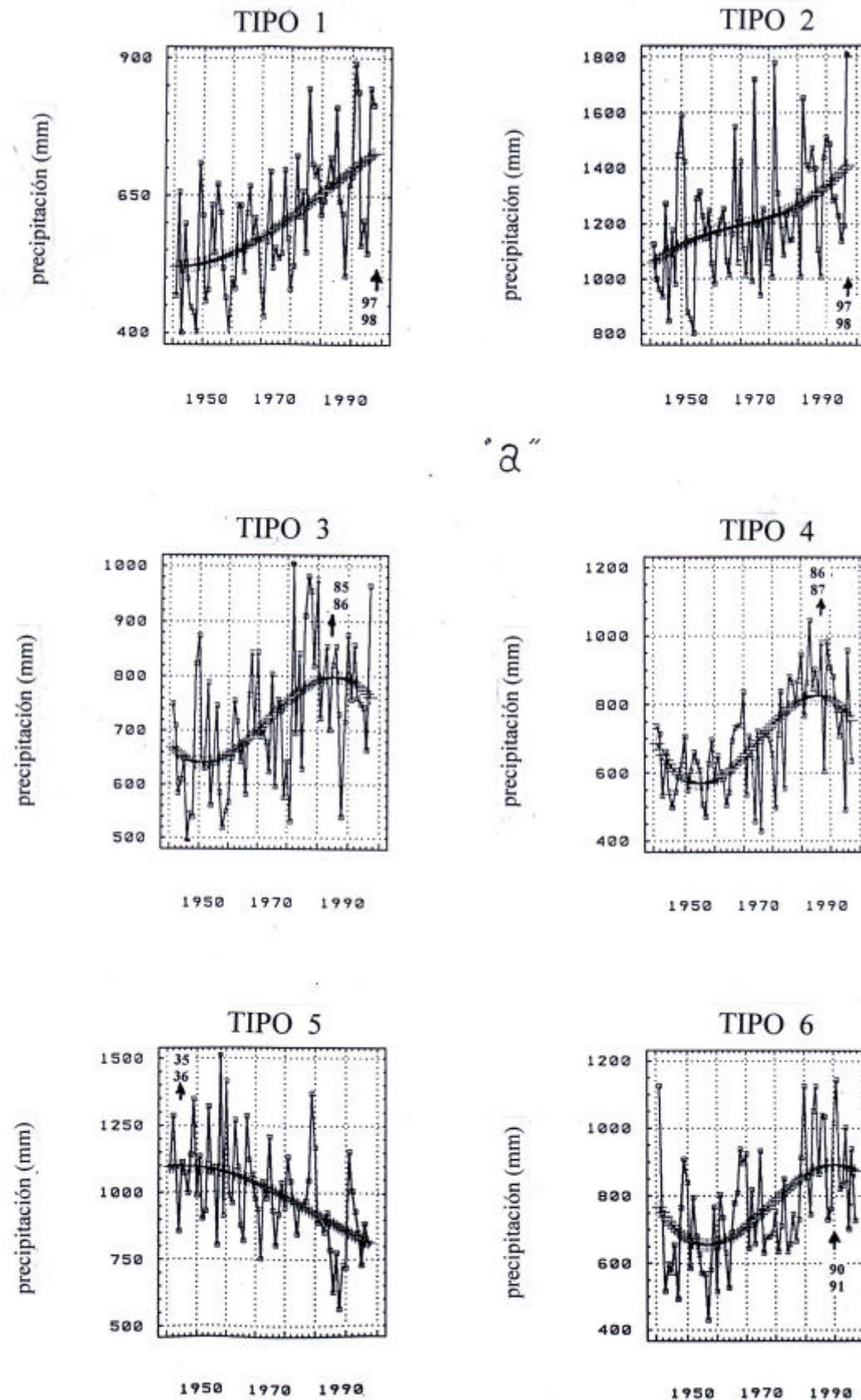
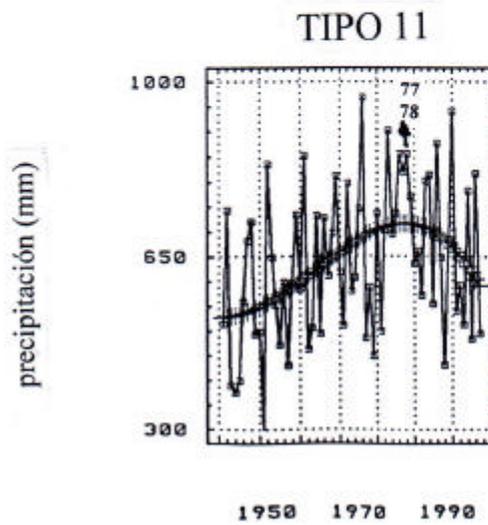
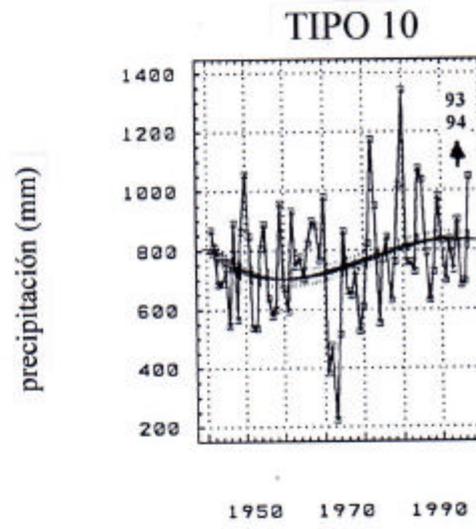
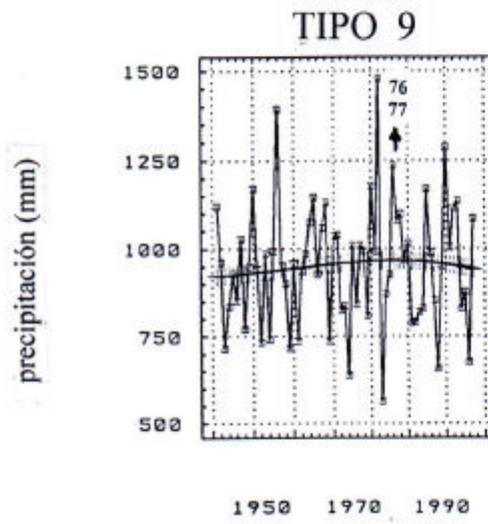
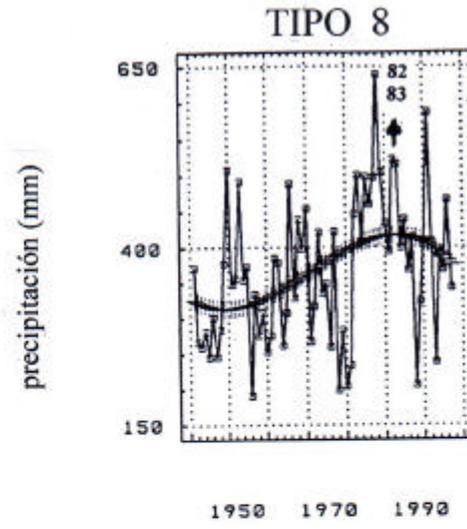
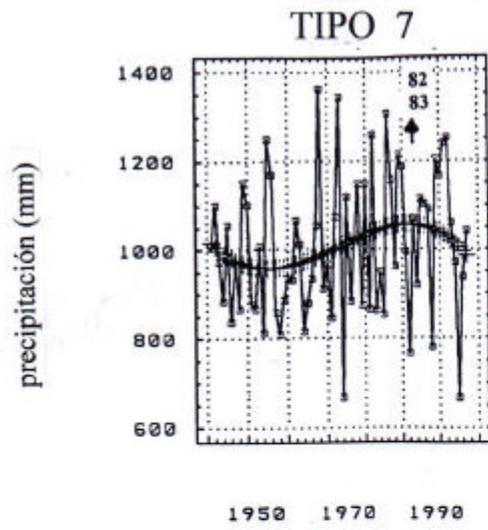


Figura 6: Series de precipitaciones anuales promedio por tipos homogéneos en el espacio-tiempo. (a) tipos 1-6 y (b) tipos 7-11.



"b"

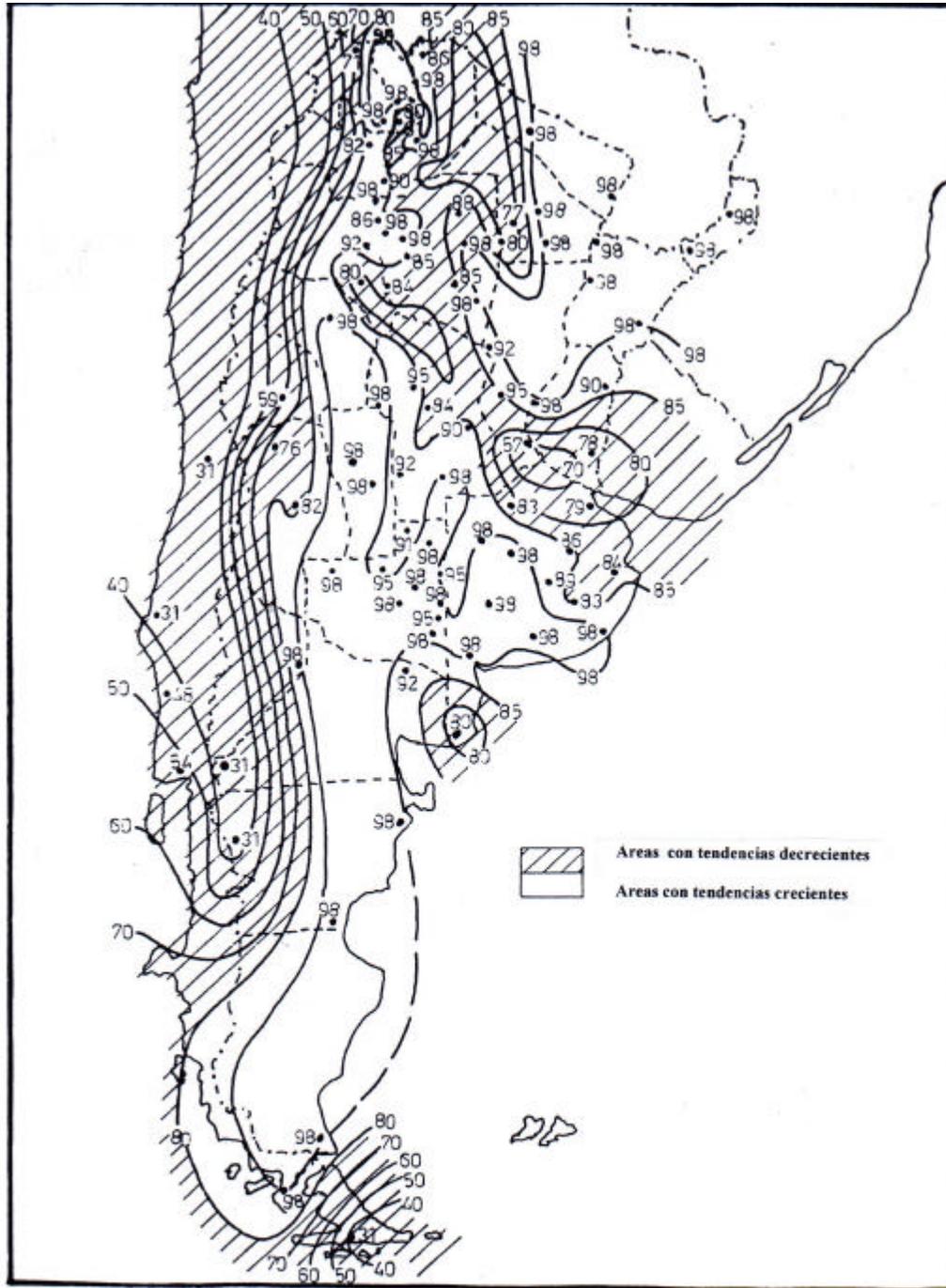


Figura 7: Fechas de la ocurrencia de los máximos usando un polinomio de tercer grado para cada localidad. Las líneas representan a isocronas de fechas de igual fecha en los máximos (leer dato + 1900). Los datos son analizados en el período agrícola-hidrológico 1931-32 al 1998-99. El área rayada del oeste (Chile) representa a la región afectada por tendencias decrecientes desde 1931-32 a la fecha. La diagonal rayada que cubre al NOA de Argentina dirigiéndose hacia Bs.As. representa a tendencias decrecientes recientes con máximos ocurridos principalmente en la década de 1980.