

Comportamiento de las precipitaciones (1921/2000) en el este de la provincia de La Pampa (Argentina)

Precipitation behavior (1921/2000) in east La Pampa province (Argentina)

Recibido: 10/09/04 Aceptado: 14/12/04

Vergara, G¹., G. Casagrande¹, E. Sierra², S. Pérez² & E. Brevedan³

RESUMEN

La región oriental de La Pampa se caracterizó históricamente por una estructura productiva agropecuaria mixta. Durante las últimas décadas comienza a expandirse el área de cultivos de verano. Existen estudios que demuestran variaciones en el régimen hídrico durante el mismo período. Esto induce a pensar que existe una relación causal entre el cambio operado en el régimen de precipitaciones y los cambios observados en los sistemas productivos. Por esta causa se realizó un estudio del comportamiento de las precipitaciones a fin de evaluar la influencia de este proceso durante el período 1921/2000. El área estudiada se dividió en tres zonas: norte, centro y sur. Se comprobó que en las tres zonas analizadas en sus totales anuales por campaña agrícola (julio a junio), la tendencia de la precipitación es positiva. El trimestre estival (EFM) en todas las zonas concentró la mayor proporción de aumento de lluvias, en tanto que la menor se ubicó en el trimestre invernal (JAS). En el período evaluado (1921/2000) pudo comprobarse que las tres zonas estudiadas presentan un ciclo de larga duración con fases húmedas y secas, separadas por fases de transición que se extendieron aproximadamente durante los siguientes períodos: 1) Final de la fase de transición húmeda/seca al comienzo del período evaluado. 2) Fase seca desde mediados de la década de 1930 hasta fines de la década de 1940. 3) Fase de transición seca/húmeda entre comienzos de la década de 1950 y mediados de la década de 1970. 4) Fase húmeda a partir de mediados de la década de 1970 que alcanza su máximo en la década de 1990 y parecería estabilizarse posteriormente. Estas características inciden significativamente en el patrón productivo regional, favoreciendo a los cultivos estivales. No obstante, debe tenerse en cuenta que dichos cambios pueden ser reversibles y por tratarse de una franja de transición entre el clima húmedo de la región oriental y el clima semiárido de la región occidental de Argentina, la misma presenta una alta vulnerabilidad a las variaciones en el régimen de precipitaciones, debiendo preverse las consecuencias que traería aparejado el retorno a períodos de bajas precipitaciones.

Palabras clave: precipitación, este de La Pampa, cambio, ciclo.

¹Facultad de Agronomía, UNLPam - vergara@agro.unlpam.edu.ar

²Facultad de Agronomía, UBA

³Departamento de Agronomía, UNS

ABSTRACT

The productive structure of the eastern region of La Pampa historically can be characterized as mixed agriculture, however, during the past two decades the area of summer crops expanded. Some studies show that the rainfall regime also varied during the same time span. This induced us to think that there might be a causal relationship between the change in rainfall and the observed trend in the productive system. Therefore, a study of the rainfall variations during the time period 1921 to 2001 was conducted in order to evaluate their possible influence. The study area was divided into three zones: north, south and center. It was found that in all three zones the total annual rainfall during the growing season showed a positive trend. The highest proportion of rainfall increase was concentrated in the three summer months (EFM), while the lowest proportion corresponded to the winter months (JAS). During the studied period (1921 / 2001) all three zones presented a long cycle with humid and dry phases, separated by intermediate phases during the following time spans: 1) at the beginning of the evaluated period we observed the end of a transition phase from humid to dry. 2) A dry phase from 1930 to the end of the 1940 decade. 3) A transition phase dry/humid between 1950 and the mid '70ties. 4) A humid phase which began in the 1970ties and had its climax during the 1990 decade, with posterior stabilization. These characteristics influence significantly on the regional production pattern, favoring summer crops. However, it should be taken into account that these changes might be reversible and since the region is a transition between the humid climates further east and the semiarid west, it present high vulnerability to the rainfall variations. This implies that precautions have to be taken for an eventual return to a period of lower rainfall.

Key words: rainfall, eastern region of La Pampa, change, cycle.

INTRODUCCION

La variabilidad climática es la fuente principal de fluctuaciones de la producción de alimentos en las zonas de secano y el clima tiene un importante impacto en los suelos, la vegetación, los recursos hídricos y el uso humano de la tierra de esas áreas (Williams & Balling, 1996). Los cambios climáticos en las precipitaciones son muy importantes en regiones donde se limita la producción (Parry, 1990). Durante las últimas décadas, en la provincia de La Pampa los cultivos estivales de cosecha penetraron en forma gradual pero continuada en el área semiárida situada en el margen oriental de La Pampa, incrementando considerablemente su participación relativa en la producción total nacional (Viglizzo *et al.*,

1995). Si bien algunos autores atribuyeron este proceso a la innovación tecnológica y al incremento mundial de la demanda (Pizarro & Cascardo, 1991), en el este de la provincia de La Pampa fue acompañado por un incremento de las precipitaciones y por tratarse de una región de transición donde coexisten los ambientes subhúmedo, semiárido y árido, éstas definen con frecuencia el éxito o fracaso de una cosecha o de una actividad (Sierra *et al.*, 1995; Casagrande *et al.*, 2000; Vergara *et al.*, 2001 y 2002). Castañeda & Barros (1994) señalaron tendencias positivas de la precipitación en el Cono Sur de América al este de los Andes, en el periodo 1916-1991. Establecieron que la mayor parte de esa tendencia positiva se dio a partir

de fines de la década del 50, con valores de 3 a 5 mm por año en el este, decreciendo hacia el oeste hasta valores de 0,5 a 1 mm por año. Krepper *et al.* (1987) en un estudio detallado de la variabilidad espacial y temporal de las series de precipitación en la región sudoccidental Pampeana, observaron un incremento general de la precipitación con una tendencia positiva durante gran parte del siglo. Hoffman (1988) analizó el desplazamiento de las isohietas de 1400 mm, 1000 mm, 800 mm y 600 mm. Considerando los periodos 1921-1950 y 1971-1980 encontró que se corrían varios cientos de kilómetros hacia el oeste y puso en evidencia que el régimen de precipitación de la Argentina se encontraba sujeto a una fluctuación positiva iniciada a comienzo de la década del 50 y que alcanzó valores máximos en la década del 70. Estas aseveraciones son coincidentes con las conclusiones de Roberto *et al.* (1994) que señalaron que los patrones de precipitaciones del centro de la provincia de La Pampa se habían modificado sustancialmente. Al trazar las isohietas anuales y estacionales (divididas en trimestres) para el periodo 1956-1990 observaron que estaban considerablemente desplazadas hacia el oeste en relación a las isohietas del periodo 1921-1955. Este fenómeno de desplazamiento es particularmente perceptible en las isohietas de mayor milimetrage, que atraviesan precisamente la parte más oriental de la provincia de La Pampa. La isohieta de 700 mm que apenas tocaba el extremo NE de La Pampa en el periodo 1921-1955 se habría desplazado unos 105 Km hacia el oeste en el periodo 1956-1990. Otro tanto ocurrió con la línea de 600 mm, que antes separaba la zona subhúmeda de la semiárida, ya que en el periodo 1956-1990 se encontró delimitando el límite que separa, aproximadamente, las zonas semiáridas y áridas. Los trabajos citados

de Hoffman (1988) y Roberto *et al.* (1994) coincidieron en señalar que, entre 1950 y 1980/90, la isohieta de 500 mm se corrió considerablemente hacia el Oeste, pasando a situarse sobre un área anteriormente considerada semiárida, pero que debido a esta transformación pasó a tener un clima subhúmedo, apta para el cultivo de granos de verano. Minetti *et al.* (1995) señalaron la distintiva estructura que tiene la precipitación del noroeste de Buenos Aires y noreste de La Pampa, dada por cambios que afectaron sensiblemente al promedio de precipitación en el largo periodo. Con respecto al comportamiento temporal de las precipitaciones algunos autores (Minetti & Vargas, 1983; Minetti & Sierra, 1989; Roberto *et al.*, 1994; Perez *et al.*, 2003) señalan que en la región pampeana las precipitaciones presentan un ciclo de larga duración con fases húmedas y secas separadas por fases de transición. Suriano & Ferpozzi (1993) afirmaron que la historia de La Pampa puede leerse también como el resultado y la crónica de sus cambios climáticos ya que su impacto dibuja un péndulo que va de las sequías a las inundaciones, de la aridez a la humedad.

En el presente trabajo se analiza el comportamiento de las precipitaciones durante los últimos 79 años en el este de la provincia de La Pampa, a fin de poner en evidencia su importancia como factor determinante de la difusión de cultivos de grano grueso en la zona.

MATERIALES Y METODOS

La zona estudiada comprende el área de la provincia de La Pampa delimitada hacia el Oeste y el Sur por la isohieta de 700 mm., mientras que hacia el Norte y el

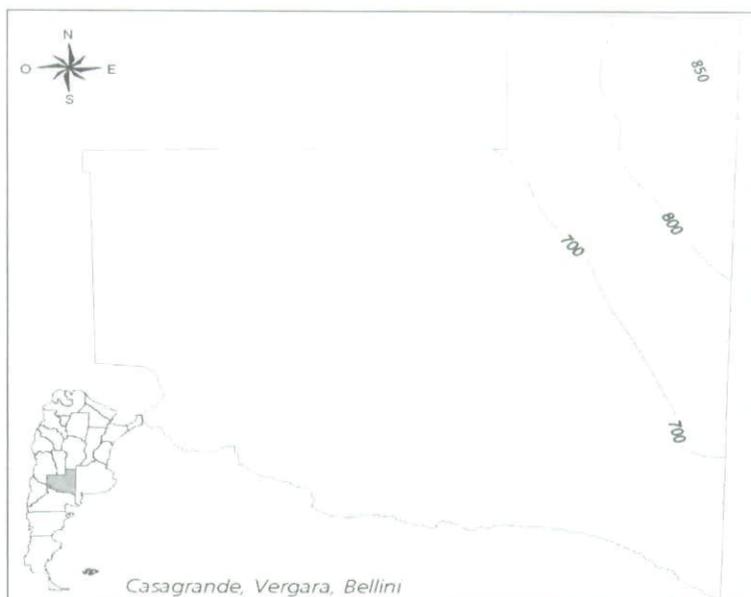


Figura 1. Zona en estudio (Isohietas de 700 mm y 850 mm)

Este lo está por los límites políticos con las Provincias de Córdoba y Buenos Aires.

Se emplearon registros mensuales de lluvia de la serie 1921/2000 para distintas localidades de las zonas en estudio (Fig. 1) de la provincia de La Pampa suministrados por Estadística y Censo de la provincia de La Pampa, INTA Anguil y Facultad de Agronomía de la UNLPam.

a) Zona norte: Se analizaron seis localidades situadas en el Noreste de la Provincia de La Pampa. La localidad de General Pico (Lat. $35^{\circ}42'S$, Long. $63^{\circ}45'W$) se tomó como centro de referencia, agregándose las localidades de Eduardo Castex (Lat. $35^{\circ}55'S$, Long. $64^{\circ}18'W$), Embajador Martini (Lat. $35^{\circ}24'S$, Long. $64^{\circ}18'W$), Bernardo Larroude (Lat. $35^{\circ}01'S$, Long. $63^{\circ}36'W$), Quemú Quemú (Lat. $36^{\circ}04'S$, Long. $63^{\circ}34'W$) y Realicó (Lat. $35^{\circ}02'S$, Long. $64^{\circ}15'W$), que se

ubican dentro de un radio de 100 km alrededor de la primera.

b) Zona centro: Se analizaron seis localidades situadas en el Centro este de la Provincia de La Pampa. La localidad de Anguil (Lat. $36^{\circ}32'S$, Long. $64^{\circ}01'W$) se tomó como centro de referencia, agregándose las localidades de Santa Rosa (Lat. $36^{\circ}37'S$, Long. $64^{\circ}17'W$), Colonia Barón (Lat. $36^{\circ}09'S$, Long. $63^{\circ}51'W$), Lonquimay (Lat. $36^{\circ}28'S$, Long. $63^{\circ}37'W$), Miguel Riglos (Lat. $36^{\circ}51'S$, Long. $63^{\circ}41'W$) y Winifreda (Lat. $36^{\circ}13'S$, Long. $64^{\circ}16'W$), que se ubican dentro de un radio de 100 km alrededor de la primera.

c) Zona sur: Se analizaron ocho localidades situadas en el sureste de la Provincia de La Pampa. La localidad de Guatraché (Lat. $37^{\circ}28'S$, Long. $63^{\circ}34'W$) se tomó como centro de referencia, agregándose las localidades de Alpachiri (Lat. $37^{\circ}22'S$, Long. $63^{\circ}47'W$), Bernasconi (Lat. $37^{\circ}54'S$, Long.

63°45'W), Doblas (Lat. 37°09'S, Long. 64°01'W), General Acha (Lat. 37°22'S, Long. 64°36'W), Jacinto Araúz (Lat. 38°05'S, Long. 63°26'W), Macachín (Lat.

37°09'S, Long. 63°40'W) y Perú (Lat. 37°40'S, Long. 64°06'W), que se ubican dentro de un radio menor de 100 km alrededor de la primera.

a) **Zona norte:**

Tabla 1. Matriz de correlación de la precipitación anual por campaña agrícola.

	E. Martini	G. Pico	Q. Quemú	Realicó	B. Larroudé	Promzon
E. Castex	0,83**	0,85**	0,77**	0,77**	0,67**	0,90**
E. Martini		0,83**	0,79**	0,81**	0,70**	0,93**
G. Pico			0,83**	0,78**	0,72**	0,93**
Q. Quemú				0,70**	0,64**	0,89**
Realicó					0,81**	0,90**
B. Larroudé						0,84**

Nivel de significación: * p<0.05 **p<0.01 n=79

b) **Zona centro:**

Tabla 2. Matriz de correlación de la precipitación anual por campaña agrícola.

	Lonquimay	M. Riglos	S. Rosa	Winifreda	Anguil	Promzon
C. Barón	0,88**	0,80**	0,76**	0,86**	0,93**	0,89**
Lonquimay		0,85**	0,75**	0,85**	0,94**	0,91**
M. Riglos			0,80**	0,81**	0,92**	0,91**
S. Rosa				0,79**	0,89**	0,86**
Winifreda					0,93**	0,91**
Anguil						0,97**

Nivel de significación: * p<0.05 ** p<0.01 n=79

c) **Zona sur:**

Tabla 3. Matriz de correlación de la precipitación anual por campaña agrícola.

	Bernasconi	Doblas	G. Acha	Guatraché	J. Araúz	Maca chin	Perú	Promzon
Alpachiri	0,83**	0,88**	0,81**	0,83**	0,77**	0,81**	0,83**	0,94**
Bernasconi		0,79**	0,77**	0,77**	0,83**	0,75**	0,78**	0,91**
Doblas			0,80**	0,73**	0,67**	0,81**	0,78**	0,91**
G. Acha				0,74**	0,68**	0,74**	0,79**	0,89**
Guatraché					0,79**	0,71**	0,80**	0,88**
J. Araúz						0,75**	0,74**	0,86**
Macachín							0,74**	0,88**
Perú								0,90**

Nivel de significación: *p<0.05 ** p<0.01 n=79

A fin de estudiar si en cada una de las zonas todas las localidades consideradas responden al mismo régimen, lo cual justificaría su evaluación conjunta se calculó la matriz de correlación del conjunto de localidades para cada zona (Snedecor & Cochran, 1980) por campaña agrícola (julio a junio del año siguiente) y por trimestre.

Se evaluaron estadísticamente las tendencias de las lluvias en función del tiempo medido en años a nivel mensual, trimestral y por campaña agrícola para cada una de las localidades de cada zona (norte, centro y sur) y para los promedios conjuntos (promedio zonal) por medio de un modelo de regresión polinomial. En cada caso se buscó el mejor ajuste, entendido como la capacidad de predecir máximos y mínimos con la menor cantidad de términos en la ecuación. Para ello se emplearon polinomios de distinto orden según la naturaleza de la serie en estudio (Rawlings, 1988; Neter *et al.*, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Correlación de las precipitaciones

La matriz de correlación del conjunto de localidades en cada una de las áreas consideradas mostró que las precipitaciones anuales por campaña agrícola (Tabla 1,2y3) como así también las correspondientes al trimestre invernal (Julio-Agosto-Septiembre), primaveral (Octubre-Noviembre-Diciembre), estival (Enero, Febrero, Marzo) y otoñal (Abril-Mayo-Junio) presentaron coeficientes de correlación elevados y altamente significativos. El comportamiento observado, indicó que las localidades de cada zona responden al mismo régimen, lo que permitió su análisis en conjunto por zonas (promedio zonal).

Tendencia de las precipitaciones

Se ajustó un modelo lineal simple

a) Zona norte:

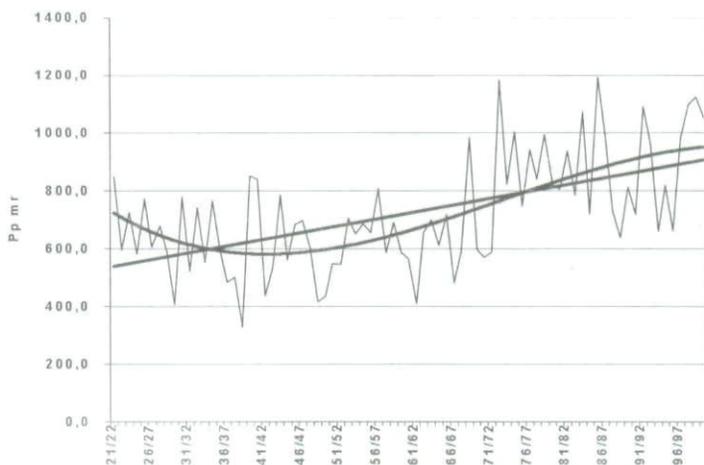


Figura 2. Precipitación promedio zonal anual por campaña agrícola.

Tabla 4. Parámetros de la curva de ajuste de la precipitación promedio zonal (zona norte) por campaña agrícola y por trimestres.

	R^2	b^3	b^2	b	a
Campaña	0,4034	-0.0031	0.4862	-16.435	739.58
JAS	0,799	-0.0008	0.1185	-4.2691	106.96
OND	0,1664	-0.0008	0.1443	-5.7985	284.15
EFM	0,3087	-0.0018	0.2326	-6.0299	240.97
AMJ	0,1173	0.0003	-0.0092	-0.338	107.49

b^3 : Coeficiente de tercer orden

b^2 : Coeficiente de segundo orden

b : Coeficiente de primer orden

a : ordenada al origen

que mostró tendencia positiva (Fig. 2,3 y 4) para el promedio zonal por campaña agrícola y para los trimestres estival (EFM) y primaveral (OND) en las tres zonas estudiadas (norte, centro y sur).

Se realizó un análisis descriptivo empleando polinomios de distinto grado de tercer orden para los totales anuales por campaña agrícola y por trimestre. En las tres zonas cuando se analizan los promedios zonales por campaña agrícola-

la se evidencia que hacia comienzos del período evaluado se produjo un ciclo seco que alcanzó su climax en la década de 1940, extendiéndose hasta finales de la década de 1960. A continuación se inició una tendencia positiva que alcanzó su máximo durante la década de 1990, pareciendo estabilizarse posteriormente.

La tendencia del promedio zonal por campaña agrícola (Fig. 2) y del trimestre estival (EFM) y primaveral (OND)

b) Zona centro:

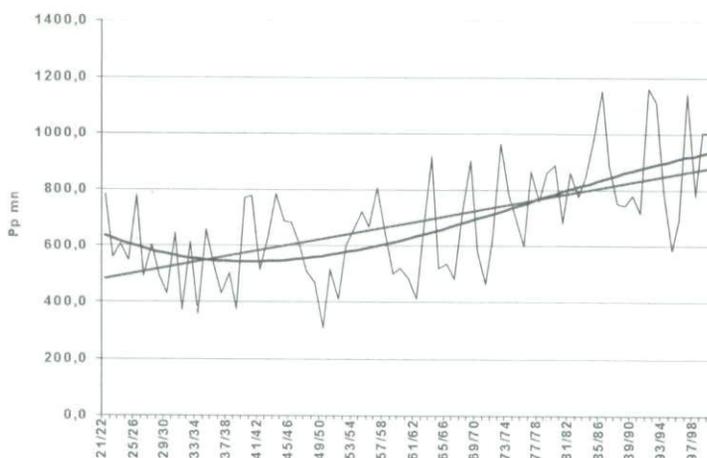


Figura 3. Precipitación promedio zonal anual por campaña agrícola.

Tabla 5. Parámetros de la curva de ajuste de la precipitación promedio zonal (zona centro) por campaña agrícola y por trimestres.

	R ²	B ³	b ²	b	a
Campaña	0,4335	-0.0022	0.3630	-11.562	646.32
JAS	0,0720	-0.0006	0.0876	-2.8342	90.706
OND	0.2130	-0.0020	0.2813	-9.4615	273.13
EFM	0,3100	-8E-05	0.0537	-1.6915	210.8
AMJ	0.1039	0.0006	-0.0595	2.4252	71.675

b³: Coeficiente de tercer orden
b: Coeficiente de primer orden

b²: Coeficiente de segundo orden
a: ordenada al origen

se ajustan a un polinomio de tercer orden (Tabla 4) de manera altamente significativa ($p < 0.01$), explicando el 31% y el 17% respectivamente de la variabilidad total de las precipitaciones. El trimestre otoñal (AMJ) se ajustó significativamente ($p < 0.05$) a un polinomio de tercer orden, mientras que el ajuste de la tendencia del trimestre invernal (JAS) no fue significativo por lo que la contribución de ambos al cambio del régimen pluviométrico de la zona es mucho menor ya que explican un 12% y un 8% respectivamente de variabilidad total de las precipitaciones.

La tendencia del promedio zonal por campaña agrícola (Fig. 3) y del trimestre estival (EFM) y primaveral (OND) se ajustan a un polinomio de tercer orden (Tabla 5) de manera altamente significativa ($p < 0.01$), explicando el 31% y el 21% respectivamente de la variabilidad total de las precipitaciones. El trimestre otoñal (AMJ) se ajustó muy significativamente ($p < 0.01$) a un polinomio de tercer orden, mientras que el ajuste de la tendencia del trimestre invernal (JAS) fue significativo ($p < 0.05$), no obstante la contribución de ambos al cambio del régimen pluviométrico de la zona es mucho menor ya que explican un 10% y un 7% respectivamente de variabilidad total de las precipitaciones.

La tendencia del promedio zonal por campaña agrícola (Fig. 4) y de los trimestre estival (EFM) y primaveral (OND) se ajustan a un polinomio de tercer orden (Tabla 6) de manera altamente significativa ($p < 0.01$) en los dos primeros casos y significativa en el tercero ($p < 0.05$), explicando el 28% y el 21% respectivamente de la variabilidad total de las precipitaciones. El ajuste de la tendencia de los trimestres otoñal (AMJ) e invernal (JAS) no fue significativo por lo que la contribución al cambio del régimen pluviométrico de la zona es mucho menor ya que explican en ambos casos solo el 5% de la variabilidad total de las precipitaciones.

El análisis permitió observar que el comportamiento temporal de las precipitaciones de las zonas en estudio parece ser consistente con la teoría del péndulo climático propuesta por Suriano & Ferpozzi (1993), como así también con la reconstrucción hipotética de la evolución de las lluvias realizada por Roberto *et al.* (1994) ya que en el período evaluado (1921/2000) la región presenta un ciclo de larga duración con fases húmedas y secas separadas por fases de transición que se extendieron aproximadamente durante los siguientes períodos:

c) Zona sur:

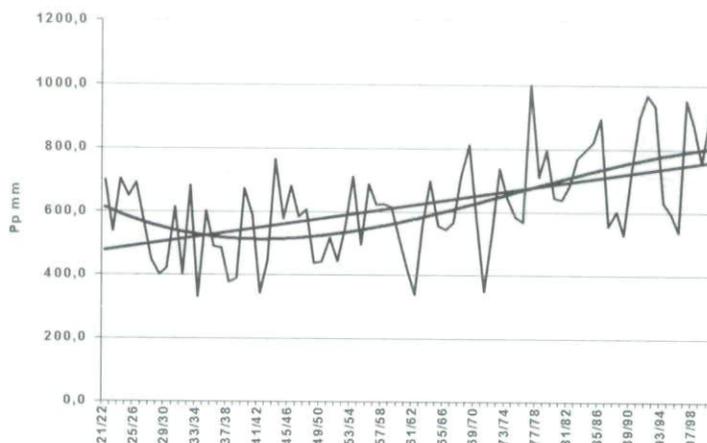


Figura 4. Precipitación promedio zonal anual por campaña agrícola.

Tabla 6. Parámetros de la curva de ajuste de la precipitación promedio zonal (zona sur) por campaña agrícola y por trimestres.

	R ²	b ³	b ²	b	a
Campaña	0.3566	-0.0021	0.3365	-11.446	623.34
JAS	0.0475	-0.0006	0.0772	-2.6109	94.785
OND	0.1054	-0.0012	0.1765	-6.2469	237.71
EFM	0.2775	-0.0013	0.1984	-6.9353	230.84
AMJ	0.0526	0.0009	-0.1157	4.3466	60.011

b³: Coeficiente de tercer orden

b²: Coeficiente de segundo orden

b: Coeficiente de primer orden

a: ordenada al origen

1) Final de la fase de transición húmeda/seca al inicio del periodo evaluado.

2) Fase seca entre mediados de la década de 1930 y fines de la década de 1940.

3) Fase de transición seca/húmeda entre el comienzo de los años 1950 y mediados de la década de 1970.

4) Fase húmeda a partir de mediados de la década de 1970 con un máximo en la década de 1990 y parecería estabilizarse posteriormente.

CONCLUSIONES

Los cambios pluviométricos observados en toda el área este de la provincia de la Pampa (zonas norte, centro y sur) corroboran que la difusión de los cultivos de cosecha gruesa fue facilitada considerablemente por este factor. El trimestre estival (EFM) en todas las zonas concentró la mayor proporción del aumento de lluvias, en tanto que la menor se ubicó en el trimestre invernal (JAS). Los cambios

producidos en el trimestre estival y primaveral fueron los más marcados en las tres zonas en estudio, por lo que debe señalarse que la mayor parte del incremento de las precipitaciones en toda el área se concentra en dichos trimestres. Estas características inciden significativamente en el patrón productivo regional, favoreciendo a los cultivos estivales. Cabe resaltar la importancia agronómica de las lluvias del período otoñal (AMJ) en las zonas norte y centro para la aplicación de técnicas como barbecho que resulta imprescindible para la implantación de pasturas y verdes de aprovechamiento otoño-invernal-primaveral. La incidencia positiva se ve reflejada también en la época de llenado de grano de los cultivos de invierno por el aporte primaveral (OND). No obstante, debe tenerse en cuenta que dichos cambios pueden ser reversibles, debiendo preverse las consecuencias que traería aparejado el retorno a períodos de bajas precipitaciones.

Si bien los interrogantes persistirán hasta que se manifiesten las tendencias de las próximas décadas, resulta imprescindible hacer hincapié en la necesidad de una planificación de la actividad agropecuaria de La Pampa en función de los cambios y fluctuaciones que se registren o puedan esperarse, lo que incluye programas de desarrollo tecnológico sustentables, monitoreo del deterioro del ambiente y vigilancia climática del área previendo posibles retornos a condiciones adversas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Agr. Francisco Babinec por las valiosas sugerencias aportadas.

BIBLIOGRAFIA

- Casagrande, G.; G. Vergara; E. Sierra & S. Perez. 2000. Tendencias de las precipitaciones (1921/1998) en el centro-este de la provincia de La Pampa. VIII Reunión Argentina de Agrometeorología. pp.15. Mendoza (Argentina).
- Castaneda M.E. & V. Barros. 1994. Las tendencias de la precipitación en el Cono Sur de América al este de los Andes. *Meteorológica* 19:23-32.
- Hoffmann, J.A.J.; S. Nuñez & A. Gómez. 1987. Fluctuaciones de la precipitación en la Argentina, en lo que va del siglo. II Congreso Interamericano de Meteorología. V Congreso Argentino de Meteorología. *Anales* 12.1.1-12.1.5.
- Krepper, C.M.; B.V. Scian & J. Pierini. 1987. Variabilidad de la precipitación en la región sudoccidental Pampeana. II Congreso Interamericano de Meteorología. V Congreso Argentino de Meteorología. *Anales*, 12.2.1-12.2.5.
- Minetti, J.L. & W.M. Vargas. 1983. Comportamiento del borde anticiclónico subtropical en Sudamérica. I parte. *Meteorológica* 14:645-656.
- Minetti, J.L. & E.M. Sierra. 1989. The influence of general circulation patterns on humid and dry years in the Cuyo Andean Region of Argentina. *International Journal of Climatology* 9:55-68.
- Minetti, J.L.; W.M. Vargas & A.G. Poblete. 1995. Régimen de variabilidad de la precipitación anual en dos transectas de Argentina. *Revista Geofísica* 42:103-117.
- Neter, J.; W. Wasserman & M.H. Kutner. 1989. *Applied Linear Regression Models*. 2nd. Edition. R.D. Irwin, Inc. Homewood and Boston. 667 p.
- Parry, M.L. 1990. *Climate Change and world agriculture*. Earthscan. London 157 p.
- Perez, S; E. Sierra; G. Casagrande; G. Vergara & F. Bernal. 2003. Comportamiento de

- las precipitaciones (1918/2000) en el centro este de la provincia de Buenos Aires (Argentina) Rev. de la Fac. Agronomía. UNLPam 14:39-46.
- Pizarro, J.B. & A.R. Cascardo. 1991. El desarrollo agropecuario pampeano. 799 p. Cap IV La evolución de la agricultura pampeana. Grupo editor latinoamericano. Barsky.
- Rawlings, J.O. 1988. Applied regression analysis: A research tool. Wadsworth, Inc.
- Roberto, Z.E.; G.Casagrande & E.F.Viglizzo. 1994. Lluvias en la Pampa Central. Tendencias y Variaciones del siglo. Publicación N°2. INTA, Centro Regional La Pampa-San Luis. 25 p.
- Sierra, E.M ; M. Conde Prat & S. Perez. 1995. La migración de cultivos de granos como indicador del cambio climático 1941-93 en la Región Pampeana Argentina. Rev.Fac.Agr. UBA 15:171-176.
- Snedecor, G.W. & W.G. Cochran. 1980. Statistical methods. The Iowa State University Press. 507 p.
- Suriano J.M. & L.H. Ferpozzi. 1993. Los cambios climáticos en La Pampa también son historia. Todo es Historia 306:8-25. Buenos Aires Argentina.
- Vergara, G.; S. Perez; G. Casagrande; E. Sierra & P. Cony. 2001. Tendencia de las precipitaciones (1921-2000) en el noreste de la provincia de La Pampa (Argentina). XII Congreso Brasileiro de Agrometeorología III Reunión Latino-Americana de Agrometeorología. Fortaleza (Brasil).
- Vergara, G.; E. Sierra; G. Casagrande & S. Perez. 2002. Tendencias de las precipitaciones (1921/2000) en el sudeste de la provincia de La Pampa (Argentina). IX Reunión Argentina de Agrometeorología. Pp. 109-110. Vaquerías- Provincia de Córdoba (Argentina).
- Viglizzo, E.F.; Z.E. Roberto; M.C. Filippin & A.J. Pordomingo. 1995. Climate variability and agroecological change in the Central Pampas of Argentina. Agriculture Ecosystems and Environment. 55:7-16.
- Williams, M.A.J. & R.C. Balling. 1996. Interactions of desertification and climate. Publicado para el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente de la Organización Meteorológica Mundial. Arnold. Londres, Reino Unido (50).