

CAMBIOS EN EL REGIMEN DE PRECIPITACIONES DEL OESTE DE LA REGIÓN PAMPEANA ARGENTINA 1921- 98.

Silvia Pérez (1), E.M Sierra (1), G. Casagrande (2) y Graciela Vergara (2)

1) Facultad de Agronomía UBA, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires.

E-mail sierra@mail.clima.agro.uba.ar

2) Facultad de Agronomía UNLP, Casilla de correo 300, 6300 Santa Rosa.

E-mail gcasagrande@anguil.inta.gov.ar

RESUMEN

Diversos trabajos de investigación han puesto en evidencia el corrimiento hacia el oeste de la frontera agropecuaria de la Región Pampeana Argentina, debido a una combinación de innovaciones tecnológicas y un incremento de las precipitaciones. En el presente trabajo se evalúan los ciclos y tendencias en la serie de precipitaciones mensuales, agrupadas por campaña agrícola 1921/22-1997/98, de la localidad de Anguil (Pcia de La Pampa), tomada como representativa del margen occidental de la región pampeana de cultivo en secano. Las precipitaciones por campaña presentan una tendencia positiva estadísticamente significativa (Nivel del 1%), debida en su mayor parte al incremento de las lluvias durante los meses de noviembre, diciembre y enero. El resto del incremento de las lluvias se encuentra repartido en los nueve meses restantes, si bien ninguno de los mismos, ni su suma presentan tendencias significativas. Una vez filtradas

la marcha estacional y la tendencia, la serie fue sometida a un proceso de análisis armónico por series de Fourier y a otro de análisis espectral, no encontrándose ningún tipo de periodicidad significativa, pudiendo concluirse que el único proceso reconocible es el incremento de las lluvias.

Palabras Clave: Granos, Cambio Climático, Innovación Tecnológica.

CHANGES IN THE RAINFALL REGIME OF THE WESTERN PAMPA REGION OF ARGENTINA 1921-98.

SUMMARY

Several research papers have demonstrated the shift to west of the agricultural border of the Pampa Region of Argentina, due to a combination of technological innovation and the increase of rainfall. In this paper cycles and trends in the monthly precipitation series, grouped by agricultural year, of Anguil (Province of La Pampa), taken as representative of the west margin of the pampean area of rainfed cropping, were evaluated. Agricultural year rainfall show a statically significant positive trend (1 % level), mostly attributable to the increase of the November to January trimester precipitation. The remaining

trend is shared between the other nine months, but none of them neither their sum show a significative trend. After filtering the annual cycle an the trends, the series was evaluated by means of armonic and spectral analysis, although no significative periodicity could be found, allowing to conclude that positive trend is the only recognisable process in the series.

Key Words: Grain Crops, Climatic Change, Technological Innovation.

INTRODUCCION

Durante las últimas décadas la superficie dedicada a cultivos de granos en seco en el Area Occidental Semiárida (Provincias de La Pampa y San Luis) creció notablemente en importancia. Ello fue inicialmente atribuído a la innovación tecnológica (Ferrer, 1986; Giberti 1988; Treber, 1977; Obschatko, 1986; Pizarro y Cascado, 1991; Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 1960-1997), generando la sensación de que la producción agropecuaria había superado sus fronteras climáticas tradicionales.

Sin embargo, recientes trabajos de investigación han demostrado que los cambios tecnológicos fueron acompañados por un incremento del régimen de precipitaciones de la Región Pampeana Argentina (Krepper, 1987, 1989 ; Hoffmann et al 1987; Sierra *et al*, 1995; Forte Lay *et al*, 1991; Castañeda y Barros, 1994; Sierra *et al.*,1997) especialmente durante el semestre cálido (Pascale y Torre de Fassi, 1987). El Area Occidental Semiárida pasó de un clima semiárido a otro subhúmedo (Sierra *et al*, 1994; Nuñez, 1987; Vargas, 1987), posibilitando el aumento de la superficie cultivada, sin que realmente se traspasase la frontera climática, ya que la misma se corrió previamente hacia el Oeste (Sierra *et al.*, 1995). Este proceso se ha dado, asimismo en el Noroeste Argentino (Minetti y Sierra, 1984; Minetti y Vargas, 1980).

En el presente trabajo se evalúan los componentes del cambio en el régimen de precipitaciones del margen occidental de la Región Pampeana, a fin de poner en evidencia los procesos que afectaron el área durante los últimos 70 años, determinando que la misma pasara a ser uno de las principales productoras de cultivos de granos de moderados requerimientos hídricos, como el girasol y el trigo, en los que logra gran calidad y buenos rendimientos.

MATERIALES Y METODOS

Se empleó la serie de precipitaciones mensuales de la localidad de Anguil (Pcia de la Pampa: 36° 04' S, 69° 10' W, 191 msnm), provenientes de la E.E.A.Anguil I.N.T.A. Los datos fueron agrupados por campaña agrícola, desde 1921/22 hasta 1997/98 a fin de poner en evidencia con mayor claridad sus efectos sobre la producción de granos de invierno y verano en seco.

Las tendencias fueron evaluadas por medio de análisis de correlación y regresión, a nivel de campaña, estacional y mensual (Snedecor and Cochran, 1980). La posible existencia de proceso periódicos o cuasi periódicos fue evaluada por medio de análisis armónico por series de Fourier, calculándose además el espectro poder usando una ventana de Hamming (WMO Technical Note 79, 1966; Panofsky et all, 1958; Wilks 1995), una vez removidas la marcha estacional y las tendencias que pudieran encontrarse.

RESULTADOS Y DISCUSION

La observación de los promedios climáticos decádicos de Anguil (Cuadro 1) indica que la precipitación ha mostrado una clara tendencia a aumentar, lo cual se hace particularmente evidente en los valores por campaña, para el trimestre noviembre-enero y para los tres meses que forman dicho trimestre. Esta observación resulta plenamente confirmada por el análisis de correlación y regresión de las series respectivas.

Los totales de lluvias por campaña agrícola muestran una tendencia positiva al nivel del 1 % (Figura 1), que determinó que se pasara de un promedio de 617,8 mm para la década 1921/22 a 875,7 mm durante lo que va de la presente (Cuadro 1 y Figura 1). El total de lluvias del trimestre noviembre-diciembre muestra una tendencia positiva, significativa al nivel del 1 %, que determinó que se pasara de un promedio de 185,6 mm para la década de 1921/22 a 349,8 mm durante lo que va de la presente (Cuadro 1). A nivel mensual los únicos meses que presentan tendencia son los del trimestre noviembre-enero. Los meses de noviembre y diciembre poseen tendencias moderadas que sólo resultan significativas al nivel del 5 %. En cambio, enero presenta una marcada tendencia, significativa al nivel del 1 % (Cuadro 2). La tendencia del trimestre noviembre-enero explica aproximadamente dos tercios del incremento total de las precipitaciones. El tercio restante se encuentra repartido entre los otros nueve meses, aunque ninguno de los mismos, ni su suma, poseen tendencia estadísticamente significativa. Ello indica que una parte del aumento de lluvias se reparte en forma aleatoria entre la primera y la última parte de la campaña agrícola, aunque variando su posición relativa de año en año.

Para estudiar los posibles ciclos y periodicidades se filtraron la marcha estacional y las tendencias descritas en el párrafo anterior. La serie así obtenida fue estudiada por medio de métodos de análisis armónico y análisis espectral. Pudo comprobarse que la misma no está totalmente libre de procesos determinísticos, pero su contribución a la variancia total no resulta significativa (Figura 2).

CONCLUSIONES

Los cambios en el régimen de lluvias observados desde la década 1921/22 hasta el presente demuestran que la tecnología no fue el único factor determinante del avance hacia el oeste de la frontera agropecuaria pampeana. El avance de los cultivos de granos no superó sus límites climáticos, ya que los mismos se corrieron hacia el oeste precediendo su ingreso. Dado que no se ha demostrado que el cambio registrado sea irreversible, cabe preguntarse cuáles serían las consecuencias de un retorno a las condiciones climáticas predominantes hace 50 años. Resulta necesario planificar la actividad agropecuaria del oeste de la Región Pampeana en función de los cambios y fluctuaciones que se registran o pueden esperarse en un futuro.

Si bien la innovación tecnológica ha permitido elevar enormemente los rendimientos, sus efectos no bastan para explicar el ingreso masivo de los cultivos de granos en el oeste de la Región Pampeana sin tener en cuenta el incremento del régimen de lluvias. Resulta necesario llevar un programa de desarrollo técnico, vigilancia climática y monitoreo del deterioro ambiental del área en previsión de un retorno a las condiciones existentes hace medio siglo.

BIBLIOGRAFIA

- BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES, 1960 a 1997. *Revista Institucional. Números Estadísticos.*
- CASTAÑEDA M.E. y V.BARROS 1994. Las tendencias de la precipitación en el Cono Sur de América al este de los Andes. *Meteorológica*, 19(1y2):23-32.
- FERRER, A. 1986. La economía Argentina. Buenos Aires. Decimosexta edición. *Fondo de cultura económica*. 284 pp.
- FORTE LAY,J.; QUINTELA, R.; SCARPATI, O. 1991. Variación de las características hidrometeorológicas de la llanura pampeana argentina. I Congreso Iberoamericano. V Congreso Interamericano de meteorología. Salamanca. España. *Anales*. 142-146.
- GIBERTI, H. 1988. Evolución y perspectivas del sector agropecuario Argentino. XX Congreso internacional de economistas agrarios. Buenos Aires, Argentina.
- HOFFMANN, J.A.J., NUÑEZ, S. Y GÓMEZ, A. 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., SCIAN, B.V. Y 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.
- KREPPER, C.M., SCIAN, B.V. Y J. PIERINI. 1989. Time and space variability of rainfall in Central-East Argentina. *Journal of Climate*. Vol 2.
- MINETTI, J.L. Y SIERRA, E.M. 1984. La expansión de la frontera agrícola en Tucumán y el diagnóstico climático. *Rev.Ind y agrícola de Tucumán*, 61(2):109-126.
- MINETTI, J.L y VARGAS, W. 1980. Anomalías de las precipitaciones medias del noroeste Argentino. Seminario UBA . Departamento de Meteorología. Buenos Aires. Argentina.
- NUÑEZ, J. 1987. Acerca del regimen de las precipitaciones en la Region Semiarida de la Pampa. II Congreso Interamericano de Meteorología. V Congreso Argentino de Meteorología. *Anales*. 11.4 -11.5.
- OBSCHATKO, E. y DEL BELLO, J.C. 1986. Tendencias productivas y estrategia tecnológica para la agricultura pampeana. CISEA, *Documento N°20*, Buenos Aires, Argentina.
- PANOFSKY, H.A and BRIER G.W., 1958. Some Applications of Statistics to Meteorology.
- PASCALE, A.J. y LAURA T.de FASSI. 1987. Régimen hídrico estival en la Región Semiárida Sudoccidental Pampeana durante la década del 70. III Reunión Argentina de Agrometeorología. Córdoba. *Actas*. 155-163.
- PIZARRO, J.B. y A.R. CASCADO. 1991. El desarrollo agropecuario pampeano. 799 Pag. Cap IV *La evolución de la agricultura pampeana*. Grupo editor latinoamericano. Osvaldo Barsky editor.
- SIERRA, E.M., R.H. HURTADO y L. SPESCHA. 1994. Corrimiento de las isoyetas anuales medias decenales en la Región Pampeana 1941-1990. *Rev.Fac.Agr*, 14(2):139-144.
- SIERRA, E.M.; R.H. HURTADO; L. SPESCHA; I.BARNATAN y MESSINA C.1995. Corrimiento de las isoyetas semestrales medias decenales (1941-1990) en la Región Pampeana. *Rev.Fac.Agr*, 15(2-3):137-143.
- SIERRA, E.M.; O.MARCHIORI; H.GIORGINI y D.GIORGINI.1997. Disponibilidad actual de agua edáfica para los cultivos de granos en la Argentina. *Rev.Fac.Agr*, 17(1):37-42.
- SIERRA, E.M.; M.CONDE PRAT y SILVIA PÉREZ. 1995. La migración de cultivos de granos como indicador del cambio climático 1941-1993 en la región Pampeana Argentina. *Rev.Fac.Agr*, 15(2-3):171-176.
- SNEDECOR G.W and W.G.COCHRAN. 1980. Statistical Methods. The IOWA State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. 507pp.

THORNTHWAITE, C.W. and MATHER, J.R. 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology 10 (3):185-311.

TREBER, S. 1977. La economía Argentina. Ed. Macchi. Buenos Aires. 690 pp.

VARGAS, W.M. 1987. El clima y sus impactos. Implicancias en las inundaciones del noroeste de Buenos Aires. *Boletín Informativo Techint*. N°250, 9-44.

WILKS, D.S. 1995. Statistical Methods in the atmospheric Sciences. Academic Press. 453 pp.

Cuadro N°1. Promedios decádicos de precipitación de Anguil (mm).

Dec	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	NDE	Camp
20	16,6	23,2	31,4	80,8	64,7	89,2	53,4	64,9	95,9	45,9	30,5	21,3	185,6	617,8
30	10,9	22,7	34,1	64,4	67,6	70,1	48,4	66,5	76,1	35,2	33,9	17,4	198,1	547,2
40	19,0	13,6	26,5	64,4	44,4	60,2	56,9	78,8	79,3	50,6	40,2	21,6	170,7	555,5
50	30,9	10,0	45,0	69,3	49,9	62,5	64,2	55,3	92,9	78,3	23,5	34,4	182,6	616,1
60	12,5	24,2	39,2	63,1	100,4	101,1	75,7	60,2	95,5	55,2	24,7	12,8	270,5	664,5
70	9,9	20,6	35,2	76,6	98,1	121,8	65,5	84,9	89,0	56,1	31,8	30,5	275,1	720,0
80	35,5	32,1	54,8	60,4	85,7	73,9	105,7	82,9	100,3	60,1	33,9	14,1	271,5	739,3
90	16,6	34,8	35,4	69,9	84,3	155,8	122,8	71,5	131,2	48,6	52,3	40,7	349,8	875,7

Cuadro N°2. Tendencias de las precipitaciones de Anguil.

	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Camp	NDE	Resto
Tend	0,116	0,159	0,202	-0,01	0,521	0,743	0,947	0,258	0,247	0,217	0,12	0,072	3,483	2,210	1,272
R	0,084	0,129	0,141	0,054	0,247	0,244	0,444	0,113	0,097	0,098	0,09	0,051	0,422	0,441	0,216
Sig	-	-	-	-	*	*	**	-	-	-	-	-	**	**	-

Tend = tendencia en mm/año ; R = coef. de correlación ;

Sig = Nivel de significación: - no significativo; * significativo, ** muy significativo;

Resto = meses: J A S O F M A M J.

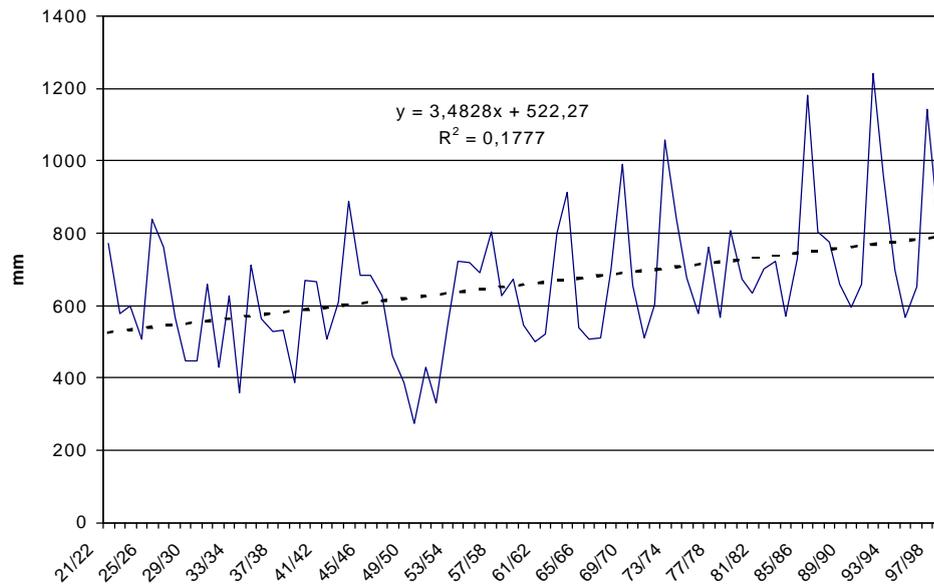


Figura 1. Precipitación anual por campaña agrícola (1921/22 – 1997/98).

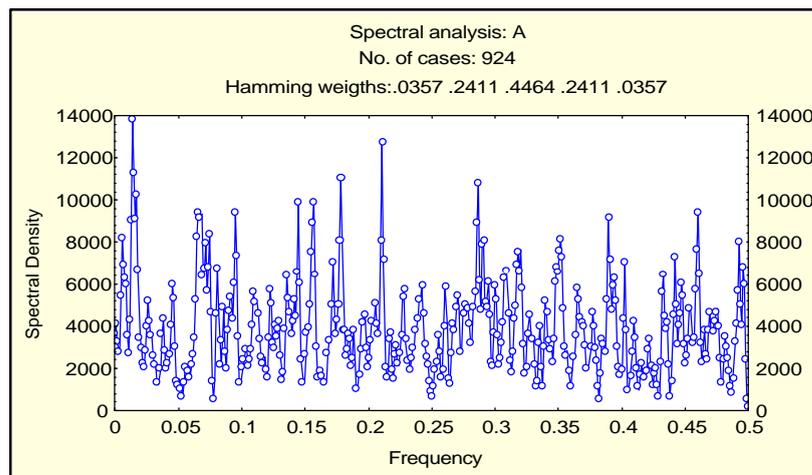


Figura 2. Espectro poder de los desvios mensuales de precipitación 1921/22 – 1997/98