

CORRIMIENTO DE LAS ISOYETAS ANUALES MEDIAS DECENALES EN LA REGION PAMPEANA 1941-1990

E. M. SIERRA, R. H. HURTADO, LILIANA SPESCHA¹

Recibido: 29/11/93

Aceptado: 08/02/94

RESUMEN

Con la información contenida en las estadísticas decenales 1941-50; 1951-60; 1961-70; 1971-80; 1981-90; publicadas por el Servicio meteorológico Nacional se evaluaron los corrimientos de las isoyetas decenales medias correspondientes a cada período en la Región Pampeana. Pudo observarse que la isoyeta de 500 mm. anuales que constituye el límite occidental de la región registró un considerable corrimiento hacia el Oeste, que alcanzó su mayor magnitud durante la década 1981-90, contribuyendo a explicar la penetración de los cultivos de granos en el oeste de Buenos Aires, La Pampa y San Luis. La isoyeta anual de 750 mm. que corresponde aproximadamente al límite entre la Pampa Húmeda y la Pampa Seca, también sufrió un corrimiento semejante, contribuyendo a explicar el avance de la agricultura sobre la ganadería en áreas que anteriormente eran tradicionalmente mixtas. Por último, la isoyeta de 1000 mm anuales, que durante la década 41-50 apenas tocaba la región, protagonizó una verdadera invasión explicando el ciclo de inundaciones registrado recientemente.

Palabras Clave: Isoyeta, Corrimiento, Llanura Pampeana.

DISPLACEMENT OF THE MEDIUM DECENNIAL ISOYETS IN THE PAMPEANA REGION

SUMMARY

The ten year climatological averages (1941-50; 1951-60; 1961-70; 1971-80; 1981-90) published by the argentinian meteorological service (Servicio meteorológico Nacional) were used to evaluate the shift to the west of isoyets in the Pampa Region. It was observed that the annual 500 millimeters (20 inches) isoyet which may be considered as the regional showed a marked run west, attaining its highest value during the 80's., contributing to explain the introduction of grain crops in western Buenos Aires Province and in La Pampa and San Luis Provinces. The annual 750 mm isoyet, which constitutes the divide between the Humid and the Dry Pampas, also suffered a shift to the west a similar shift, explaining the predominance of crops over cattle breeding in former mixed areas. The annual 1000 mm isoyet, which in the 40's barely touched the regional eastern margin carried on a true invasion causing severe floodings.

Key Words: Isoyets, Shift, Pampa Region.

¹ Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola, Facultad de Agronomía, U.B.A., Avda. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires.

INTRODUCCION

Las oscilaciones del régimen de precipitaciones que desde hace varias décadas viene sufriendo la Región Pampeana de la Argentina, afectando la producción agropecuaria así como todos los aspectos de la vida humana, han generado todo tipo de interpretaciones y teorías.

Aunque sin fundamentos probados, está muy difundida la opinión de que estos problemas se deben a un cambio climático que habría sufrido la región, aunque sus causas no han podido ser definidas claramente.

Aunque la investigación científica ha hecho todo lo posible para aclarar la cuestión, todavía se dista de poseer una interpretación objetiva de los hechos, debido posiblemente a la complejidad de los mecanismos involucrados, que van desde aspectos atmosféricos globales, como el Niño y la Oscilación del Sur, pasando por cuestiones regionales como la alteración de cuencas hidrológicas por acción antrópica, hasta los típicamente locales como el efecto de retención de aguas por rutas y otras obras de infraestructura.

Pretender dilucidar dichas causas escapa a los alcances de este trabajo, ya que constituye un objeto de estudio para un equipo multidisciplinario, pero el hecho de que el Servicio Meteorológico Nacional lleve publicadas cinco estadísticas decenales, correspondientes a los períodos 1941-1950 a 1981-1990, permite encarar un análisis muy sencillo, consistente en evaluar las variaciones en los recorridos de la isoyetas anuales de 500, 750 y 1000 mm.

Otros investigadores (Schwerdtfeger y Vassino 1954; Hoffmann 1987; Nuñez 1987; Krepper 1991) han encarado anteriormente trabajos similares, aunque desde un punto de vista esencialmente físico, mientras que en el presente estudio se han tomado sólo las isoyetas que representan límites agroclimáticos que separan situaciones diferenciadas desde el punto de vista de su aptitud agropecuaria y forestal.

Las isoyetas mencionadas poseen una gran coincidencia con las isolíneas de índice hídrico (IH) de Thornthwaite que, según fue puesto en

evidencia por el trabajo inicial de Burgos y Vidal (1951), pueden tomarse para definir los límites externos e internos de la región. Así, puede señalarse que la isoyeta de 500 mm anuales se corresponde con la isolínea de $IH = -20$, que separa los climas húmedos de los semiáridos, constituyendo el límite occidental de la región. La isoyeta de 750 mm anuales lo hace con la isolínea de $IH = 0$, que separa el clima subhúmedo de la pampa seca (al W) del clima húmedo de la Pampa Húmeda (al E). Finalmente, la isoyeta de 1000 mm anuales corresponde con el $IH = +20$, separando el clima Húmedo de las áreas agrícolas del clima Perhúmedo de las áreas de Cría de la Depresión del Salado y sur de la Mesopotamia.

Aunque esta coincidencia no es total y se pierde hacia el norte, donde los mismos valores de IH se corresponden con mayores valores de precipitación anual, dentro de la mayor parte de la región las isoyetas seleccionadas constituyen límites entre situaciones agroclimáticas bien diferenciadas.

Cabe destacar que las isolíneas de 500 y 1000 mm junto con otros índices, delimitan la zona de cultivo de cereales y oleaginosas y si bien esta zonificación tiene un carácter puramente climático, coincide en sus aspectos fundamentales con la propuesta por el INTA sobre una base ecológica (INTA 1985).

Sin pretender aclarar la totalidad de la cuestión, el presente trabajo apunta, entonces, a dilucidar con la mayor objetividad posible, hasta donde se puede comprobar un aumento de las precipitaciones que se mantenga en los valores medios decenales.

MATERIALES Y METODO

Se trabajó con la información publicada en las Estadísticas Climatológicas correspondiente al período 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, por el Servicio Meteorológico Nacional (Argentina, 1958, 1965, 1981, 1986, 1993).

Se utilizaron los índices climáticos correspondientes a la precipitación media anual, que se tomó por ser una variable física medida con instrumental estándar que representa una consecuencia directa del nivel y modalidad de funcionamiento de la atmósfera, empleándose exclusivamente los datos provenientes de

estaciones climatológicas, por su mayor confiabilidad.

A pesar de que sólo algo más de una docena de estaciones climatológicas han funcionado sin interrupción durante un siglo en el mismo lugar (Hoffmann *et al.* 1987), el número en funcionamiento simultáneo durante cada década fue suficiente para trazar los mapas de isoyetas medias anuales con adecuada precisión, marcándose las envolventes determinadas por las posiciones extremas de las mismas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la parte oriental de la región las isoyetas anuales presentan montos decrecientes de precipitación hacia el oeste, conservando un rumbo casi paralelo al Río Paraná, mientras que en la región occidental (al oeste de 700 mm) las isoyetas presentan un trazado más irregular transformándose en isoclinas convergentes hacia el norte del país debido al efecto orográfico del sistema del Aconquija, que produce grandes variaciones en las lluvias en cortas distancias horizontales.

La Figura 1 (A, B y C) muestra los campos de

precipitación media anual decádicas para cada una de los niveles seleccionados, observándose claramente los desplazamientos de las isoyetas, que durante el lapso analizado (1941-50 a 1981-90) se corrieron considerablemente hacia el oeste, alcanzando su posición extrema durante el período 1971-1980.

En la Figura 2 (A y B), se observan las envolventes de 500, 750 y 1000 mm, delimitadas por las posiciones extremas de los campos decádicos de precipitación analizados, y en el Cuadro N°1 se exhiben los valores aproximados de las superficies comprendidas por las mismas.

La isoyeta de 500 mm registra su mayor desplazamiento hacia el oeste en la porción más llana del país (Provincia de la Pampa, extremo sudeste de San Luis, provincia de Córdoba), variando menos su posición a medida que asciende la altitud del terreno hacia el norte. Las isoyetas que representan los períodos 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970, presentan una inflexión hacia el este bordeando las Salinas Grandes, pero en la décadas subsiguientes 1971-1980, 1981-1990, se suavizan y se hacen más regulares.

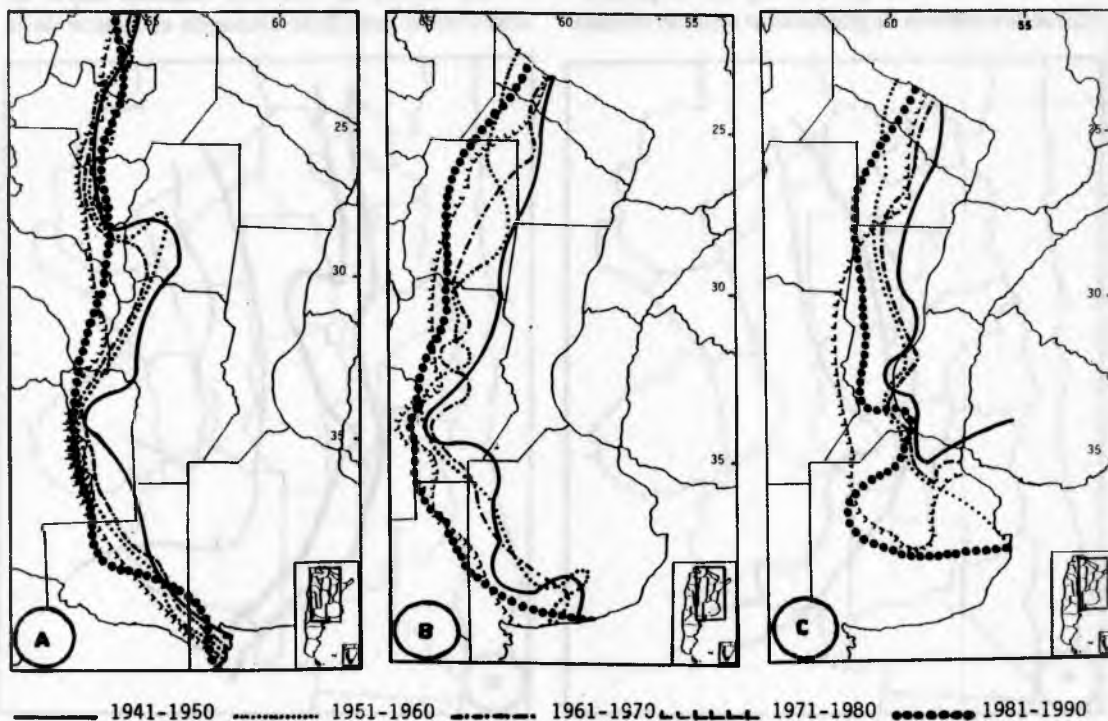


Figura 1:

- A : Isoyeta de 500 mm, campos decádicos de precipitación para el período 1941-1990
 B : Isoyeta de 750 mm, campos decádicos de precipitación para el período 1941-1990
 C : Isoyeta de 1000 mm, campos decádicos de precipitación para el período 1941-1990

Cuadro 1: Superficie aproximada entre las isoyetas consideradas.

Isoyeta consideradas	Superficie aproximada (km ²)
Externa envolvente entre 500 y 1000 mm.	1.230.000
Interna envolvente entre 500 y 1000 mm.	700.000
Envolvente de 1000 mm.	300.000
Envolvente de 750 mm.	280.000
Envolvente de 500 mm.	190.000

La isoyeta de 500 mm constituye el límite occidental de la región, el cual, consecuentemente, registró un corrimiento hacia el oeste, que alcanzó mayor magnitud durante la década 1971-1980, mostrando una leve disminución durante la década 1981-1990. Esto ayuda a explicar la penetración de los cultivos de granos en el oeste de Buenos

Aires, La Pampa y San Luis, pues desde la década del 70, las condiciones climáticas han sido más favorables para la agricultura de secano, favoreciendo su expansión hacia nuevas áreas (Pascale y Torre de Fassi, 1987).

La envolvente de la isoyeta de 500 mm delimita una superficie de aproximadamente 190.000 km², que pasó de una aptitud casi exclusivamente ganadera, a la explotación mixta.

Este hecho, unido al deterioro de muchos campos de invernada de la zona oeste a causa de las inundaciones, que producen forraje de menor calidad y cantidad, ha llevado a que la ganadería evolucione hacia planteos mixtos de cría e invernada. Asimismo, la circunstancia de que durante los últimos años el ternero de destete fue la categoría que experimentó la mayor caída de precios, contribuyó a que cada vez haya menos criadores o invernadores puros y se ensanche la categoría de los productores mixtos.

La isoyeta de 750 mm. también sufrió un corrimiento semejante causando el avance de la

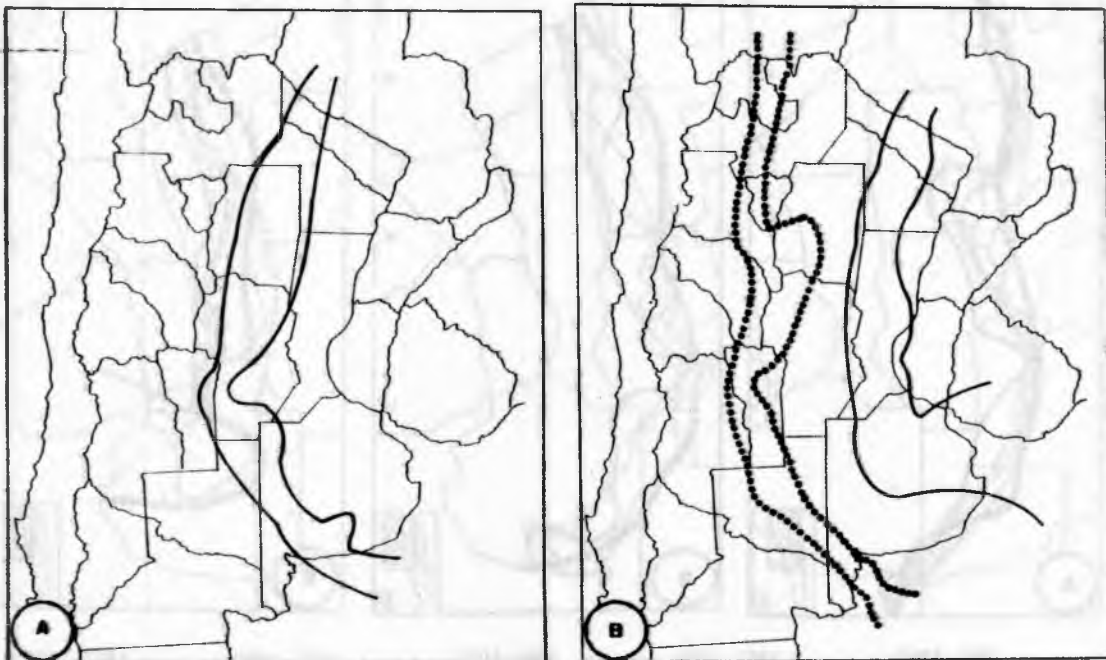


Figura 2:

A: Envolvente de la isoyeta de 750 mm.

B: Envolvente de la isoyeta de 500 y 1000 mm.

..... envolvente de 500 mm.

— envolvente de 1000 mm.

agricultura sobre la ganadería en zonas tradicionalmente mixtas, abarcando una superficie total de aproximadamente 280.000 km². Esta incorporación fue ayudada por la tendencia natural a incursionar en actividades agrícolas, aprovechando las mejores perspectivas en la comercialización de granos y el menor capital necesario que exige la agricultura frente a la ganadería, así como la mayor movilidad del mismo.

La isoyeta de 1000 mm es la de mayor variación de todas las analizadas en el transcurso de las décadas, abarcando una superficie total del orden de los 300.000 km². Su mayor desplazamiento hacia el Este tuvo lugar en 1941-1950 y el de mayor corrimiento hacia el oeste en 1971-1980. El mayor ingreso hacia el sudoeste en la provincia de Buenos Aires ocurrió en 1981-1990, afectando los partidos de Pergamino, Rojas, Gral. Arenales, Alem, Lincoln, Pehuajó, Hipólito Hirigoyen, Bolívar, Olavarría, Azul, Rauch, Pila y Castelli. Sin embargo, el mayor desplazamiento en la provincia de Santa Fé y Chaco fue en 1971-80.

Esta invasión de la isoyeta de 1000 mm anuales, que durante la década 1941-1950 apenas tocaba la región Pampeana, trajo aparejadas inundaciones y anegamiento de campos, incluyendo el deterioro total de las áreas más bajas, por instalación de lagunas, por afloramiento subterráneo o por ingreso de aguas desde áreas vecinas. Ello quitó capacidad agrícola y transformó el esquema de explotación de muchos partidos de la Provincia que dejaron de ser agrícola-ganaderos para ser campos de cría o tierras improductivas.

Aún cuando ello diste mucho de estar completamente dilucidado, debe admitirse que el desplazamiento de la agricultura hacia zonas marginales, apoya la hipótesis de que el régimen de precipitación de la Argentina se encuentra sujeto a una fluctuación positiva iniciada a comienzo de la década del 50 y que ha alcanzado valores máximos en la década del 70 (Minetti, 1980; Minetti, Vargas, 1980; Minetti, Sierra, 1984;

Minetti *et al.* 1987; Hoffmann, 1989; Canciani *et al.* 1991; Fortelay *et al.* 1991).

Es importante señalar que, aunque en parte de la región de cultivo de cereales y oleaginosas este

fenómeno tuvo efectos positivos, permitiendo diversificar la producción agropecuaria, incorporar nuevas tierras al cultivos de cereales, incorporar nuevos cultivos, ampliar el ciclo agrícola, etc; también tuvo efectos negativos.

En la Pampa Ondulada (norte de Buenos Aires, sur de Santa Fé), de aptitud predominantemente agrícola de cultivos tales como trigo, soja, maíz girasol y sorgo, el aumento de las precipitaciones anuales causó mejoras en el rendimiento, pero incrementó la erosión hídrica, disminuyendo el tenor de materia orgánica del horizonte superficial y la capacidad de infiltración. Consecuentemente se ha iniciado una degradación física generalizada de los suelos con pérdidas importantes de materia orgánica, estabilidad estructural y percolación, que amenaza con sacar de producción importante superficies en un futuro cercano.

En la Pampa Seca, la incorporación de nuevas áreas de difícil drenaje por su suave pendiente regional hacia el noreste (Auge *et al.* 1987), y suelos arenosos, sueltos y medanosos, la persistencia de períodos húmedos determinó el sostenido ascenso de la napa freática, anegando las zonas bajas y provocando afloramientos de agua subterráneos con problemas de salinización de suelos.

Por lo tanto, es imprescindible acompañar este corrimiento de la frontera agrícola, con prácticas culturales adecuadas, a fin de evitar el deterioro de la capacidad productiva de importantes áreas, aprovechando los cambios esencialmente favorables de las condiciones agropecuarias en las áreas con precipitaciones medias anuales del orden de 500 a 750 mm, fenómeno que ha producido grandes expectativas en las zonas marginales.

Por último, debe tenerse en cuenta que, aunque es imposible predecir los cambios futuros, es importante tener en cuenta que la variabilidad es una de las principales características del clima, por lo tanto, esta tendencia puede revertirse en el futuro, por lo que resulta necesario prever las respuestas tecnológicas que debería darse a esta posibilidad.

CONCLUSIONES

La isoyeta de 500 mm. anuales que constituye

el límite occidental de la Región registró un considerable corrimiento hacia el oeste, que alcanzó su mayor magnitud durante la década 1981-90, contribuyendo a explicar la penetración de los cultivos de granos en el oeste de Buenos Aires, La Pampa y San Luis. La isoyeta anual de 750 mm. que corresponde aproximadamente al límite entre la Pampa Húmeda y la Pampa Seca, también sufrió

un corrimiento semejante, contribuyendo al avance de la agricultura sobre la ganadería en áreas que anteriormente eran tradicionalmente mixtas. Por último, la isoyeta de 1000 mm anuales, que durante la década 41-50 apenas tocaba la región, protagonizó una verdadera invasión explicando el ciclo de inundaciones registrado recientemente.

BIBLIOGRAFIA

- ARGENTINA.** 1958, 1965, 1981, 1986, 1992. Estadística climatológicas. Pub. B1 N° 3, N° 6, N° 35, N° 36, N° 37. Series 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990. Servicio Meteorológico Nacional, Buenos Aires.
- AUGE, M., NAGGY, M., MENDEZ ESCOBAR, R.** 1987. "Hidrología del partido de Salliqueló, Provincia de Buenos Aires, Argentina". Seminario sobre Hidrología de Grandes Llanuras CONAPHI, Unesco. Buenos Aires. Argentina. Inédito.
- BURGOS, J.J. y VIDAL,** 1951. "Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite". *Meteoros*. 1 (1): 1-3.
- CANZIANI, O., FORTE LAY, J., TROHA, A.** 1990. "Estacionalidad de las precipitaciones en el territorio continental argentino". *16ª Reunión científica de la AAGG*. Bahía Blanca. Argentina.
- 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*. "Anales", 142-146 Salamanca. España.
- HOFFMANN, J., NUÑEZ, S., GOMEZ, 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 - 12.2.
- KREPPER, C., SCIAN, B., PIERINI, J.** 1991. "Variabilidad de la precipitación en la Región Sudoccidental Pampeana". *Congremet VI*. "Anales". Buenos Aires. Argentina.
- MINETTI, J., SIERRA, E.** 1984. "La expansión de la frontera en Tucumán y el diagnóstico climático". *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* 61, (2): 109 - 126.
- MINETTI, J., SIERRA, E., POBLETE, A.** 1987. "Las Fluctuaciones de la Circulación Regional en Sudamérica". *II Congreso Interamericano de Meteorología. V Congreso Argentino de Meteorología*. "Anales", 12.3 - 13.0.
- MINETTI, J., VARGAS, M.** 1980. "Anomalías de las precipitaciones medias del noroeste Argentino". Seminario UBA. Departamento de Meteorología. Buenos Aires.
- NUÑEZ, J.** 1987. "Acerca del Régimen de las precipitaciones en la Región Semiárida de la Pampa". *II Congreso Interamericano de Meteorología. V Congreso Argentino de Meteorología*. "Anales", 11.4 - 11.5.
- PASCALE, A. J. y TORRE DE FASSI.** 1987. "Régimen hídrico estival en la Región Semiárida Sudoccidental Pampeana, durante la década del 70". *Actas de la III Reunión Argentina de Agrometeorología*. Córdoba. Argentina.
- SCHWERDTFEGER, W., VASSINO, C.** 1954. "La variación secular de las precipitaciones en el este y centro de la República Argentina". *Meteoros* 4 (3): 174 - 193.