

## **Análisis de 115 años de precipitaciones (Primera Parte)**

**Ing Agr. M. Sc. Héctor G. Carta**

El partido de 9 de Julio está situado en el centro oeste de la región pampeana, donde los sistemas de producción predominantes son principalmente extensivos. Las empresas agropecuarias están influenciadas por distintas variables que determinan su desenvolvimiento y por lo tanto su resultado económico final. Viglizzo (1989) menciona que los sistemas extensivos están afectados por dos grandes componentes ambientales: el *físico* y el *económico*. Dentro del primero se incluye al suelo y al clima. Mientras el primero experimenta cambios relativamente lentos y de largo plazo, el clima presenta variaciones muchas veces impredecibles, tanto en el corto como en el largo plazo.

La productividad de estos sistemas depende, además del *clima*, también de la *tecnología empleada*. Si bien, en el largo plazo el cambio tecnológico explica los resultados obtenidos, en el corto plazo el clima es la principal fuente de variación.

En el Cuadro 1, se enumeran los principales forzantes del clima que determinan su variabilidad. Como se puede observar, las fuentes de variación son diversas, la mayoría naturales pero también aparece el hombre como un elemento que está provocando cambios en el clima.

Cuadro 1: Clasificación de los factores causantes de la variabilidad y el cambio climático

<b>Forzantes del Clima</b>		
<b><i>Naturales</i></b>	Astronómicos	Orbita terrestre Actividad solar
	Geológicos	Deriva continental Vulcanismo
	Internos	Interacciones en el sistema climático
<b><i>Antropogénicos</i></b>		Composición de la atmósfera Albedo de la superficie

Fuente. Serio, L. Variabilidad y Cambio Climático. Capítulo IX. FAUBA

### **El clima de la Región Pampeana**

La Pradera Pampeana, es una región de más de 50 millones de hectáreas y comprende varias provincias argentinas. No es una zona ambientalmente homogénea ya que las precipitaciones, en términos generales, decrecen de NE a SO, registrándose en el sector litoral más de 1.000 mm/año y en la zona más occidental (centro de la provincia de La Pampa), menos de 500mm/año. Por esta razón se la ha subdividido en subregiones según la cantidad de lluvias registradas (Pampa Húmeda, Pampa Subhúmeda, Pampa Semiárida, etc.)

A la diversidad de ambientes originados por la interacción clima-suelo, hay que sumarle la variabilidad de las lluvias a nivel región, que incluso a nivel local puede resultar muy significativa.

Las evidencias tanto históricas como recientes, indican que el clima regional tiene un comportamiento cíclico. El mismo se puede observar a través del desplazamiento de las isohietas de la región durante el siglo XX. Hoffmann (1988) menciona que entre 1913-27 se inicia el desplazamiento de las isohietas hacia el este-nordeste de las provincias de La Pampa, Bs. As. y Entre Ríos, ocupando zonas que antes tenían precipitaciones más abundantes, definiéndose así un período más seco. Posteriormente, se inicia un nuevo período más lluvioso que se instala entre 1971-80, al correrse las isohietas cientos de kilómetros hacia el oeste en la región. En igual sentido, Sierra y otros (1995), ante la gran variabilidad que evidencian los registros pluviométricos, que muchas veces obstaculizan los análisis estadísticos, estudiaron la migración de los cultivos de granos en el período 1943-1993 para dos zonas contrastantes de la región pampeana como son La Pampa y Entre Ríos. Mencionan que para el período 1940-70 la relación de superficie cultivada con cultivos como sorgo, maíz, trigo y girasol, entre ambas zonas no presentó variaciones. En cambio para el período 1971-93, en la zona más seca de la región como es La Pampa, el avance de estos cultivos respecto a la zona más húmeda fue muy importante. Lo que estaría demostrando cambios positivos en el régimen hídrico.



Trabajos realizados en La Pampa por Roberto y otros autores (2011), muestran este carácter cíclico en la zona más occidental de la Región. A través de estudios de los anillos de crecimientos de caldenes centenarios que abarcaron un período de 250 años, se comprueba la existencia de ciclos climáticos secos y húmedos de una duración que habría oscilado entre 60 y 80 años.

En sintonía con esto, Perez y otros (2003), analizando las precipitaciones del centro oeste bonaerense para el período 1918-2000, encontraron un ciclo de larga duración con fases húmedas y secas separadas por fases de transición que se extendieron aproximadamente durante los siguientes períodos:

1. Período final de una fase de transición húmeda/seca al inicio del período estudiado.(1918)
2. Fase seca entre mediados de la década de 1920 y fines de la década del 40.
3. Fase de transición seca/húmeda entre comienzos de los años 50 y mediados de la década del 70.
4. Fase húmeda a partir de 1970 hasta la fecha.

Un rasgo central de las precipitaciones, además de su gran variabilidad interanual, es la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos. Viglizzo y otros (2006), denominan a estos fenómenos como *Colapsos*, refiriéndose a las grandes inundaciones y sequías. Estos comportamientos extremos desde siempre han formado parte del ambiente regional y fueron registrados a través del relato de viajeros y de los primeros pobladores.



Un vocablo aborigen sintetiza esto. El río Salado, cuya cuenca es la principal zona de cría del país, fue denominado por aborígenes que vivieron en sus márgenes con el nombre *Tubicha Miri* que significa *grande-extenso* (Tubicha), *chico, reducido* (Miri), reflejando las variaciones de su caudal.

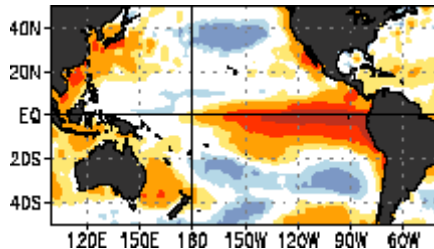
Otro ejemplo de la historia regional comprueba esto. En 1857, año con inundaciones, un barco salió del puerto de Buenos Aires e ingresando por la desembocadura del Salado en el océano, arribó a Chascomús siguiendo las lagunas que se encontraban encadenadas por los excesos hídricos. Unos años más tarde, en 1874 vecinos de la zona solicitaron al gobierno provincial el loteo de una de esas lagunas para campos de pastoreo ya que no tenían agua. (Banzato, 2015)

## El Niño y la Niña

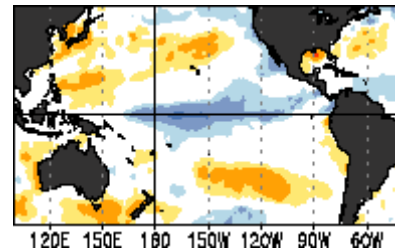
Según el Instituto de Clima y Agua del INTA Castelar, el fenómeno de El Niño - Oscilación Sur (ENOS) es un patrón climático recurrente que implica cambios en la temperatura de las aguas en la parte central y oriental del Pacífico tropical. En períodos que van de tres a siete años, las aguas superficiales de una gran franja del Océano Pacífico tropical, se calientan o enfrían entre 1 ° C y 3 ° C, en comparación a la normal. Este patrón de calentamiento y de enfriamiento, es conocido como el ciclo ENOS (o ENSO por sus siglas en Inglés), afectando directamente a la distribución de las precipitaciones en las zonas tropicales y puede tener una fuerte influencia sobre el clima en las otras partes del mundo. *El Niño* y *La Niña* son las fases extremas del ciclo ENOS. Entre estas dos fases existe una tercera fase llamada *Neutral*. El nombre de El Niño (refiriéndose al niño Jesús), fue dado por los pescadores peruanos a una corriente cálida que aparece cada año alrededor de Navidad. Lo que ahora llamamos El Niño les pareció como un evento más fuerte de la misma, y el uso del término se modificó para hacer referencia sólo a los hechos singularmente fuertes. No fue hasta la década de 1960 que se notó que este no era un fenómeno local peruano, y se le asoció con cambios en todo el Pacífico tropical y más allá de la región. La fase cálida de El Niño suele durar

aproximadamente entre 8-10 meses. El ciclo ENOS entero dura generalmente entre 3 y 7 años, y con frecuencia incluye una fase fría (La Niña), que puede ser igualmente fuerte, así como algunos años que no son anormalmente fríos ni cálidos. Sin embargo, el ciclo no es una oscilación regular como el cambio de estaciones, pudiendo ser muy variable, tanto en la intensidad como en su duración. En la actualidad, aún no se entiende completamente cuáles son las causas de estos cambios en el ciclo ENOS.

**El Niño**



**La Niña**



En la Región Pampeana, los años Niño están asociados con lluvias por encima de la media, mientras que los que están definidos como Niña, las precipitaciones suelen estar por debajo de la media. Los totales precipitados dependerán de la intensidad de este fenómeno para un año en particular y del sector por donde ingresan los frentes húmedos, ya que esto no se presenta en forma uniforme en toda la región. También se debe tener en cuenta, la interacción con otros procesos meteorológicos como pueden ser los sistemas frontales que llegan a la región en un tiempo mucho más corto los cuales dependerán en cada oportunidad de las anomalías de temperatura y presión presentes en el océano Atlántico.

### **Características morfológicas del Oeste bonaerense. 9 de Julio**

9 de Julio, posee un paisaje con predominio de médanos paralelos y longitudinales. Los mismos tienen una orientación NE-SO, de varias decenas de kilómetros de longitud, separadas por depresiones o intermédanos (bajos). Esta conformación responde a procesos eólicos muy antiguos (miles de años atrás) y la hace susceptible a inundaciones en años con abundantes precipitaciones dado que los excesos de agua no pueden ser evacuados rápidamente, por falta de drenajes naturales y escasa pendiente. Sumado a esto aparecen los derrames circunstanciales que provoca el río Quinto.

Este río que nace en San Luis y naturalmente finalizaba en el SE de Córdoba, en la actualidad y a través canalizaciones se cambió su conformación original. Es así que 9 de Julio pasó a formar parte de su área de derrame. En años con elevadas precipitaciones, sus aguas terminan descargándose en el sistema de lagunas de la zona de Trenque Lauquen y de ahí siguen su curso por el canal Mercante pasando por 9 de Julio hasta el Salado. Es decir que se transformó un río de cuenca cerrada en uno con descarga en el mar.

## Objetivo del trabajo

El trabajo pretende analizar, cuantificar y describir las oscilaciones de las precipitaciones ocurridas en un período de 115 años en la ciudad cabecera de 9 de Julio, a partir de la información disponible en el INTA 9 de Julio, proveniente de registros propios y los aportados por la base de datos del Instituto de Clima y Agua del INTA Castelar provenientes del Servicio Meteorológico Nacional. Vale destacar que la información sobre la cual se trabajó corresponde a un sitio específico del partido de 9 de Julio, pudiendo haber diferencias con otras localidades del mismo partido por la frecuente irregular distribución espacial de las lluvias. La información se presenta bajo dos modalidades, como *año calendario* y *año climático*. En este último caso, los datos de lluvias van desde el mes de julio de un año finalizando en junio del año siguiente coincidiendo con el proceso ENOS.

## Análisis de la información presentada

El promedio de lluvias de 1900 a 2015, fue de 956 mm/año. Se evidencia una gran variabilidad de los registros, lo cual se visualiza como un *efecto serrucho*. (Gráfico 1). A fines de 1950 e inicios del 60, habría un cambio de tendencia con un incremento paulatino de las lluvias, manteniendo su variabilidad interanual.

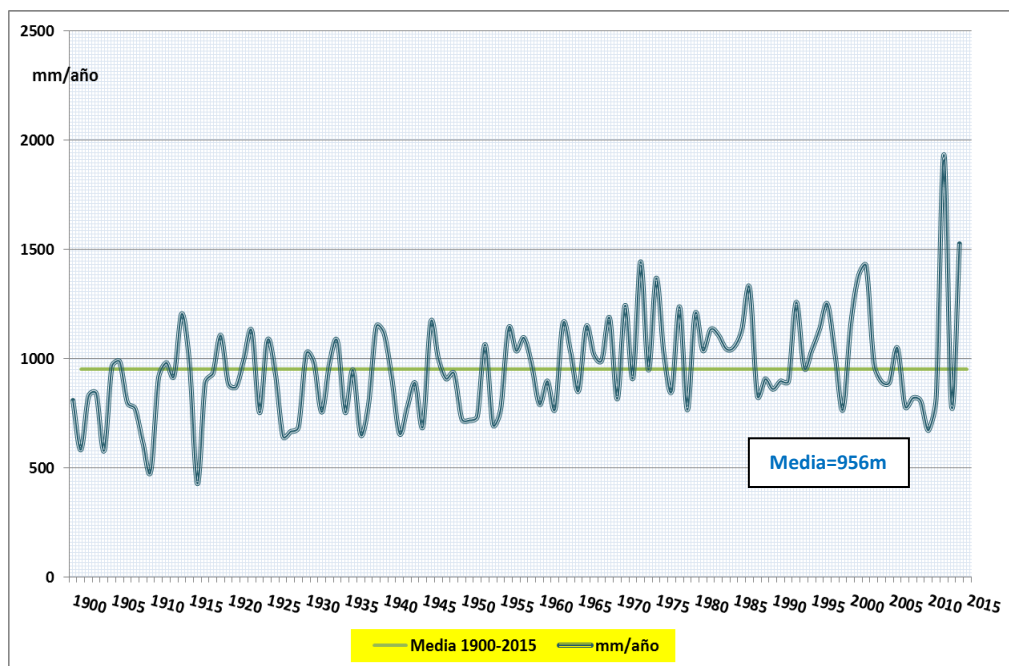


Gráfico 1. Precipitaciones anuales el período 1900-2015 y su media

Este paulatino incremento en los registros pluviométricos se ve en el Gráfico 2, donde las diferencias entre el total anual de cada año y el promedio histórico (956mm), son predominantemente positivas a partir de ahí.

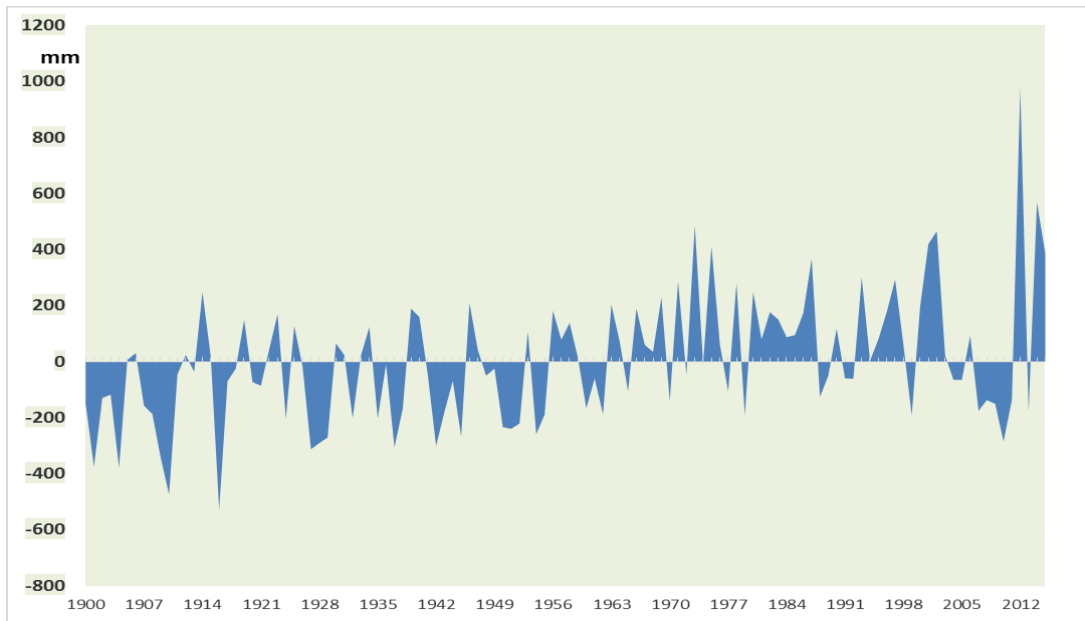


Gráfico N° 2: Precipitaciones Anuales. Diferencias con la media (1900-2015)

Cuando se promedian los datos de precipitaciones agrupándolos por décadas, se observa la misma tendencia. (Gráfico 3).

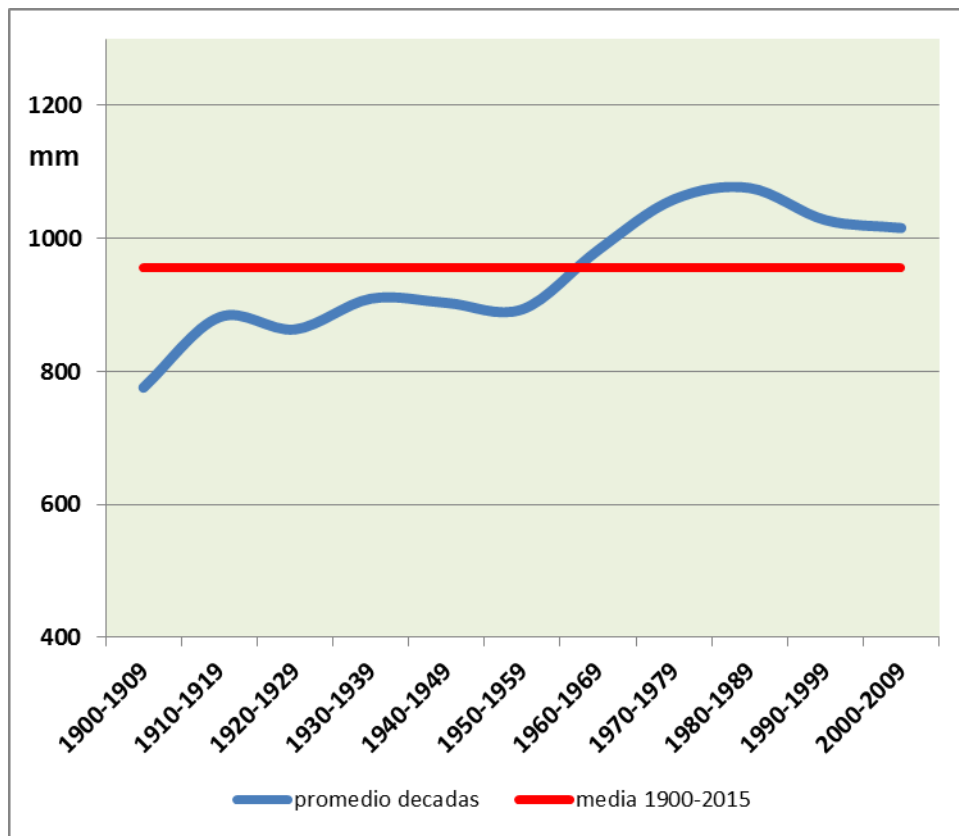


Gráfico 3: Precipitaciones promedio por década (1900-2010)

El desenvolvimiento de las lluvias a lo largo del año, se puede visualizar en el Gráfico 4. Corresponde a la típica distribución que se registra en la pradera pampeana central, donde los meses de invierno presentan los menores registros pluviométricos.



Gráfico N° 4: Promedio mensual de las precipitaciones 1900-2015

En la región pampeana, al inicio de la década del '70, comienza un nuevo período con inundaciones frecuentes. A partir del 2000, se ve un incremento en la variabilidad en los registros pluviométricos, con valores muy contrastantes entre años. Es así que en un año puede llover algo más de 600 mm y al siguiente aproximarse a los 2.000 mm. Esto se puede apreciar en el Gráfico 1.

El Gráfico 5 muestra los datos ordenados en función del fenómeno ENOS, clasificándolos como Niño, Niña y Neutro en base a la información provista por la Agencia Japonesa de Climatología. Se observa que las diferencias importantes entre un año Niño y uno Niña es la cantidad de agua precipitada en primavera- inicio del verano, el cual es muy importante para determinar los rendimientos de los cultivos, especialmente en maíz. Otra brecha que se visualiza se da en otoño, época en la cual ocurren habitualmente las inundaciones, fundamentalmente en años Niño.

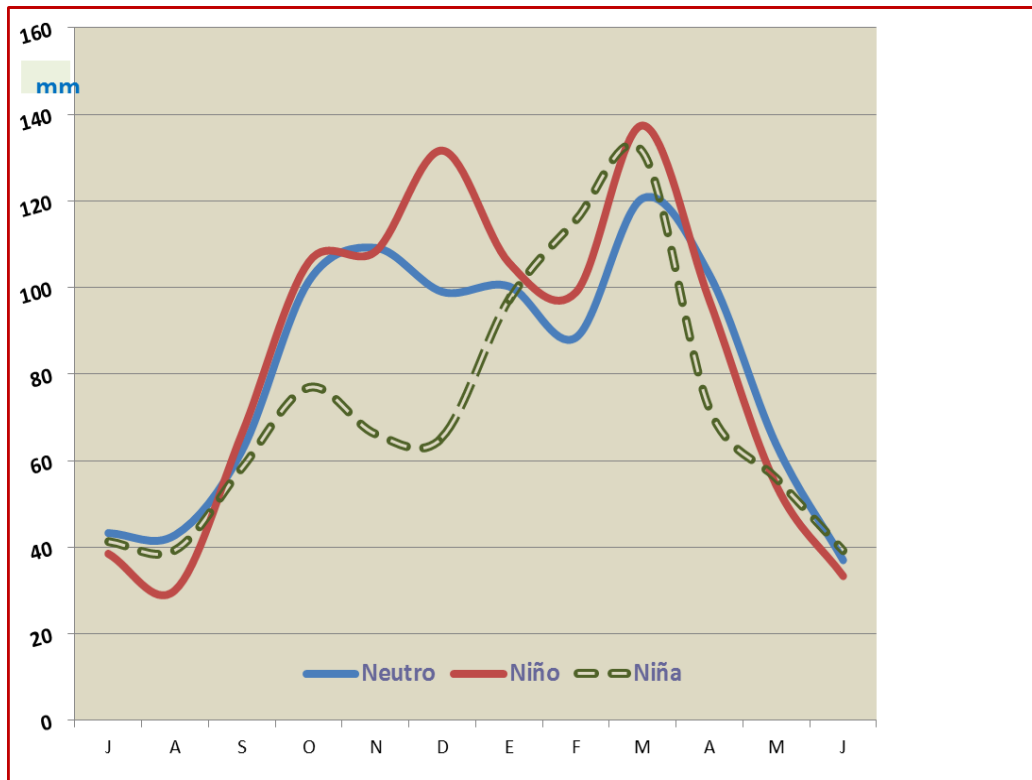


Gráfico 5: Promedios mensuales de lluvias clasificados por eventos ENOS

Otros datos a destacar son los cambios en las modalidades de las precipitaciones (frecuencia y cantidad). En el Gráfico 6 se muestra la serie 1966-2015, donde se grafican los días con precipitaciones/año y cantidad de milímetros promedio por evento de precipitación. Desde el año 2001-2, se ve una tendencia a una menor cantidad de días con lluvias por año, pero una cantidad creciente de milímetros por precipitación. (Esto podría ser un indicador de los efectos del Cambio Climático). Lo cual está indicando que las precipitaciones son cada vez de mayor intensidad, variable que produce erosión hídrica. En ambientes con baja cobertura de rastrojos y/o suelos con problemas físicos asociados a deterioros de su estructura por la pérdida de carbono de los sistemas productivos (Ej. Monocultura sojera). INTA está evaluando en diferentes zonas del país este efecto asociado a la pérdida de captación de agua, mala distribución y por lo tanto pérdida de agua para las secuencias de cultivos. Rillo y otros para la zona de 9 de Julio, han cuantificado este fenómeno en ensayos de larga duración realizados en la Escuela Inchausti, demostrando una pérdida en la captura de agua en los sistemas de monocultura sojera de alrededor del 50% comparado con lotes que son manejados con rotaciones con gramíneas (cultivos de invierno).



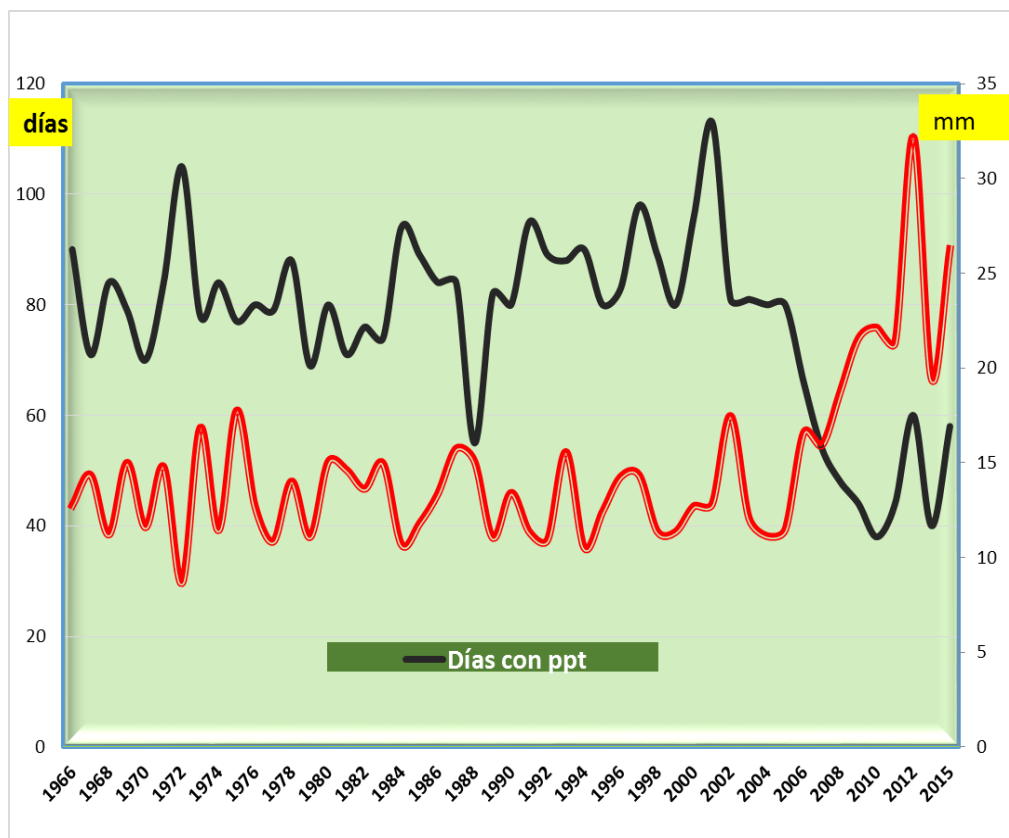


Gráfico 6: Número de días con lluvia por año y mm promedio precipitados por lluvia

### Comentarios finales

Las precipitaciones en una determinada zona, constituyen uno de los factores más relevantes a la hora de definir la productividad de un cultivo agrícola o forrajero. Pero no solamente la cantidad de lluvia precipitada en un lapso de tiempo (ej. un año), define el rendimiento de un cultivo, sino también su distribución. Cuando se analizan los registros anuales de precipitaciones de una zona, es posible encontrar en ciertas ocasiones, que los rendimientos alcanzados no se condicen con los registros pluviométricos. Esto ocurre cuando las lluvias, quizás por debajo del promedio anual, fueron oportunas ya que se produjeron en el período crítico en el cual se define el rendimiento del cultivo. También hay circunstancias como las ocurridas en la campaña 2013, que a pesar que llovieron 776 mm en el año, la producción de los cultivos de cosecha gruesa fue muy buena debido a que las napas estaban altas por las abundantes precipitaciones de la campaña anterior (mas de 1900mm en la ciudad cabecera). Este trabajo no pretende analizar estos aspectos tan puntuales de la agroclimatología de 9 de Julio, sino mostrar lo sucedido en un largo período de tiempo y vislumbrar posibles tendencias.

El anhelo de cualquier productor agropecuario, es conocer de antemano cómo vendrá cada campaña que se inicia, para tomar las mejores decisiones para su empresa. Hoy, las herramientas que posee la ciencia meteorológica brindan la posibilidad de tener una aproximación de cómo vendrá el año climático (Fenómeno ENSO). Se puede conocer si la campaña será normal, o será más seca o más húmeda que el promedio histórico. Pero no qué ocurrirá en una zona en particular. Los pronósticos a mediano y largo plazo, son todavía imprecisos y muy aleatorios. Incluso los de corto alcance también presentan problemas en algunas oportunidades. Un fenómeno propio de la naturaleza del clima es su *variabilidad*. Los factores que inciden en esto son diversos, a los cuales hoy se sasales estarían agregando los efectos de la acción de hombre a través de la producción de los gases de efecto invernadero.

Este trabajo deja en claro la variabilidad de las lluvias y la tendencia a incrementarse a partir de la década del 2000. Los registros históricos anteriores al siglo XX, perteneciente a viajeros y pobladores de la región pampeana, muestran que la variabilidad es algo “natural” del clima regional. Incluso con sequías o inundaciones muy importantes.

Se debe destacar la interacción entre la morfología de las tierras de 9 de Julio, el clima, la intervención del hombre y los colapsos (típicas inundaciones regionales). La topografía de la región ha sido moldeada bajo situaciones climáticas de extrema sequedad ambiental, en tiempos muy remotos. De ahí que los médanos transversales a la pendiente se deben a la acción de los vientos que le dieron su conformación actual. Luego el clima cambió, se hizo más húmedo y la vegetación que prosperó a raíz de esas nuevas condiciones ambientales, fijó los médanos. En períodos muy húmedos, con grandes precipitaciones, el exceso de agua no encuentra cauce por donde salir, originando los colapsos antes mencionados. Esto también influye la escasa pendiente regional. Por otro lado, a partir del trabajo del hombre de campo, el ambiente regional fue totalmente alterado por la actividad agropecuaria.

La riqueza de nuestros suelos se debe al aporte del loess (rico en minerales) que lo conformó originalmente y a la acción de la vegetación, fundamentalmente gramínea, que durante milenios aportó materia orgánica de alta calidad. Ese sistema estaba adaptado a los cambios del clima típicos de la zona. A partir de la actividad agropecuaria, con la introducción de los cultivos agrícolas y forrajeros y el correspondiente laboreo, que llegó a ser muy agresivo con el suelo, fueron cambiando las condiciones originales. Las tierras se fueron empobreciendo, con importantes pérdidas en los tenores de materia orgánica lo cual implicó menor fertilidad y deterioro de su estructura física. Se observan frecuentes casos de suelos con una menor capacidad de infiltración del agua de lluvia (ej. horizontes subsuperficiales densificados), debido en muchas circunstancias a las distintos tipos de trabajos y labores realizados a lo largo del tiempo. A esto hay que sumarle las características del modelo predominante en la región pampeana en la última década, donde además de seguir perdiendo importancia relativa las pasturas, el doble cultivo (ej. trigo-soja) también perdieron espacio cultivos como maíz, cebada, trigo, etc. En muchas zonas la soja se convirtió prácticamente en una monocultura, cubriendo un gran sector del territorio. Esta leguminosa tiene una ocupación de la tierra de aproximadamente 6 meses, con un consumo de agua cercano a los 500-600mm y permaneciendo el resto del año en barbecho sin vegetación que consuma agua.

La combinación de factores como: topografía con restricciones para evacuar los excesos de agua, ciclo climático húmedo con años de altas precipitaciones y lluvias en muchos casos de marcada intensidad, suelos con su capacidad de infiltración disminuida y monocultivo que consume agua en una parte acotada del año, conforman un conjunto de variables que podrían agravar los colapsos típicos de la región

### **Agradecimientos**

El autor agradece el aporte realizado por: Ing. Agr. Cristian Alvarez, Lic. Stella Carballo, Lic. Mg. Sc. Natalia N. Gattinoni, Ing. Agr. Ernesto Viglizzo y Julieta Lastra.

## Bibliografía

- Banzato, G. 2015. Convivir con el agua: las políticas de gestión del recurso hídrico ayer y hoy. Conferencia. IV Jornadas Interdisciplinarias de Investigaciones regionales. 7 al 9 de octubre de 2015. FAHCE. UNLP
- Glave, A. 2006. Influencia climática en el sudoeste bonaerense y sudeste de la Pampa. *Acaecer*, 31(360)18-23
- Hoffmann, J.A. 1991. Las variaciones climáticas ocurridas en la Argentina desde fines del siglo pasado hasta el presente. *FECIC*. Bs As p.275 -290
- Malagnino, E. 1988. Evolución del sistema fluvial de la provincia de Bs As desde el pleistoceno hasta la actualidad. *Actas de la Segunda Jornada de Geología Bonaerense, Bahía Blanca*.
- Perez, S.; E. Sierra; G. Casagrande, G. Vergara y F. Bernal. 2003. Comportamiento de las precipitaciones (1918-2000) en el centro oeste de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Fac. Agronomía. UNLPam*. Vol. 14 N° 1/2 p. 39-46
- Serio, L. 2015. Variabilidad y Cambio Climático. Cap. IX. *Agrometeorología*. G. Murphy y R. Hurtado (edit.). FAUBA
- Sierra, E.M., M. Conde Prat y S. Perez. 1995. La migración de cultivos de granos como indicador del cambio climático 1941-93 en la región pampeana argentina. *Rev. Facultad de Agronomía*, 15(2-3): 171-176
- Suriano, J. M. y Ferpozzi, L.H., 1992. Los cambios climáticos en la pampa son historia. *Todo es Historia* 26, 8-25
- Viglizzo, E.F., 2011. El agro, el clima y el agua en la pampa semiárida: Revisando paradigmas. En: *Condiciones para el Desarrollo de Producciones Agrícola-Ganaderas en el SO Bonaerense*. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de la República Argentina, Tomo LXIV, Buenos Aires, p. 251-267.
- Viglizzo, E.F. y Frank, F.C., 2006. Ecological interactions, feedbacks, thresholds and collapses in the Argentine Pampas in response to climate and farming during the last century.
- Weber, T. 1951. Tendencias de las lluvias en la Argentina en lo que va del siglo. *IDIA*. Diciembre 1951. p. 6-12