

LAS PRECIPITACIONES EN EL PARTIDO DE TANDIL

Silvia Liliana Falasca (*)
María Angélica Bernabé (**)

RESUMEN - La geología y la fisiografía del partido de Tandil generaron suelos óptimos para la actividad agrícola - ganadera, actividad que se viene desarrollando desde el siglo XIX. Las precipitaciones son las variables climáticas que más afectaron y afectan la agricultura. Al considerar la precipitación surge la necesidad de conocer su valor anual y su distribución estacional, probabilidad de ocurrencia, estudio de valores extremos y su relación con la penetración de agua en el suelo y la utilización por las plantas, medido a través del balance hidrológico. El objetivo del presente trabajo fue el de caracterizar las precipitaciones de Tandil, a través de valores medios mensuales, valores medios trimestrales, valores extremos, índice de estacionalidad, precipitación probable, tendencia secular, balance hidrológico diario y almacenaje medio del suelo.

INTRODUCCION

El partido de Tandil se encuentra ubicado en el centro sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Las coordenadas de la ciudad cabecera son 37°19'S y 59°08'W. Cuenta con una superficie de 4935 km² y está atravesado por el sector central del Sistema de Tandilia, el cual presenta el frente más elevado de sus serranías. La orientación de Tandilia es NW - SE, con una longitud de 350 km y un ancho promedio de 55 km, justamente en su paso por el partido de Tandil, para perderse en Cabo Corrientes, Mar del Plata. Los cerros son bajos y no superan los 150-200 m sobre el llano circundante.

En los cerros aledaños a la ciudad de Tandil se encuentran las máximas elevaciones. El relieve resultante del sistema serrano condiciona las máximas alturas que se encuentran hacia el S y SW del Partido y disminuyen al N y NE en el piedemonte y la llanura.

La geología y la fisiografía de Tandil generaron suelos óptimos para las actividades productivas relacionadas a la actividad agrícola-ganadera, que se desarrollan desde fines del siglo XIX. La superficie cultivada alcanza el 39% mientras que las praderas implantadas el 31%, praderas destinadas fundamentalmente al pastoreo de vacas lecheras. Tandil está ubicada dentro de la Cuenca lechera "Mar y Sierras".

En el área aledaña al sistema serrano de Tandilia se pueden cultivar con éxito especies de crecimiento invierno - primaveral (como trigo, cebada, lino, etc) y también especies de desarrollo estival, debido a un balance hídrico más favorable debido a una menor evapotranspiración potencial ocasionada por la mayor altura y los vientos marítimos más frescos y al pequeño aumento de las precipitaciones estivales respecto al área adyacente, por efecto orográfico.

Otras actividades del entorno rural son la producción de frambuesas y frutillas, para fabricación de dulces y mermeladas y la producción de miel, para consumo nacional y exportación.

Todos los agroecosistemas requieren el manejo de un conjunto de sistemas físicos, biológicos y económicos. Las fluctuaciones del clima representan una porción importante de incertidumbre dentro de los mismos. De todas las variables climáticas toman importancia las precipitaciones, al ser las variables que más afectan la agricultura.

Al considerar la precipitación surge la necesidad inmediata de conocer su valor anual y su distribución estacional para luego abordar estudios más detallados como intensidad, probabilidad de ocurrencia de determinados valores, estudio de valores extremos y todo lo que se relaciona a este elemento con su penetración en el suelo y utilización de agua por las plantas.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con los valores diarios de precipitación de la Estación Tandil aero (95 m s.n.m, 37°22'LS y 59°14'LW) proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional para el período 1911-1998. Se analizaron las series de precipitación anuales y mensuales.

(*) Investigadora Adjunta de CONICET. E - mail: ferrario@cvtci.com.ar

(**) Facultad de Ciencias Humanas. UNICEN. E - mail: mbernabe@fch.unicen.edu.ar

Para evaluar la estacionalidad de las precipitaciones se empleó el Índice de Estacionalidad de Walsh y Lawler (1983) que consiste en la suma de las desviaciones absolutas de las lluvias mensuales medias con respecto a la media mensual total, dividida por la lluvia media anual. El valor del índice oscila entre 0

(si todos los meses tienen la misma cantidad normal de lluvia) y 1.83 (si toda la precipitación ocurre en un solo mes).

Este índice tiene la ventaja de mostrar las diferencias de la estacionalidad relativa, que son los contrastes de precipitación durante el año promedio. Para visualizar mejor la marcha de las precipitaciones a lo largo del año, se dividió el mismo en 4 partes iguales representadas de las estaciones calendarias clásicas, de acuerdo a la cantidad relativa de precipitación normal.

Debido a que se trabajó con datos medios mensuales se adjudicaron tres meses calendarios a cada estación del año. Así denominamos precipitaciones de verano a la suma de los valores normales de diciembre, enero y febrero; de invierno, la de junio, julio y agosto; de otoño, la de marzo, abril y mayo; y de primavera, la de septiembre, octubre y noviembre. El análisis se completó anotando el mes de máxima y de mínima que surge de los valores normales.

Se calcularon las precipitaciones medias mensuales, las máximas y mínimas absolutas. Posteriormente se realizó un análisis estadístico. Con la serie empírica se calcularon los percentiles y luego se calculó la precipitación probable utilizando la distribución normal raíz cúbica para probabilidades fijadas a priori del 1 al 95%.

La evapotranspiración diaria normal se obtuvo según la metodología de Penman (1948) para ejecutar el balance hidrológico diario (Thorntwaite y Mather, 1955).

Para obtener la distribución teórica de frecuencias que ajustara a las series de almacenaje de agua del suelo, se empleó la distribución de probabilidad Beta (I) de 2 parámetros. Así se obtuvo la probabilidad de humedad edáfica media distribuida para períodos de 10 días (décadas). Para este trabajo sólo se analizaron los meses correspondientes a los trimestres cálido y frío.

La capacidad de campo representa la máxima cantidad de agua que puede retener un suelo luego de haber drenado el agua gravitacional. En cambio, la capacidad de marchitez permanente es el máximo contenido de agua que puede tener un suelo en el que se observa la marchitez de las plantas, las que no se recobran colocándolas en una atmósfera saturada de humedad.

El contenido de agua útil es igual al valor de capacidad de campo menos la capacidad de marchitez permanente y es la que realmente disponen las plantas para evapotranspirar.

Cuando un suelo se halla por debajo de la capacidad de marchitez permanente se lo considera en condición de sequía absoluta. En cambio, se consideró como sequía condicional al nivel de agua de la sequía absoluta más la mitad del contenido de agua útil. Por encima del mismo se denominó humedad óptima; por debajo y hasta la capacidad de marchitez permanente se designó como sequía condicional. Con las series de almacenaje se calcularon las probabilidades de sequía condicional, sequía absoluta y humedad óptima para los meses de diciembre, enero, febrero, julio, agosto y septiembre.

Finalmente se realizó un estudio de tendencia secular de las precipitaciones anuales, del semestre cálido (octubre - marzo) y del semestre frío (abril - septiembre) para el período 1888 - 1999. Es conveniente aclarar que los datos anteriores a 1911, fueron extraídos de la Estación Pluviométrica que funcionaba en el ferrocarril. La línea de tendencia se logró ajustando las series a un polinomio de sexto grado.

RESULTADOS Y DISCUSION

El mes de mínima precipitación mensual es agosto (< 45 mm) y el de máxima marzo (102.2 mm). Esto es coincidente con los resultados encontrados por San Martino et al (1996) empleando la mediana en vez de la media aritmética. Las precipitaciones anuales se reparten un 29.3% en verano, un 28.1% en otoño, un 26.7% en primavera y un 15.9% en invierno, lo que da el orden siguiente: verano > otoño > primavera > invierno.

El índice de estacionalidad arrojó un valor de 0.21, que se encuadra en el intervalo 0.20 - 0.39, que corresponde a un régimen uniforme pero con una estación húmeda más definida.

En el Cuadro Nº 1 se han volcado los valores de precipitación medios mensuales incluyendo los valores nulos, es decir para aquellos meses en que no llovió, y no incluyéndolos con su desviación standard. Además se colocaron los valores extremos máximos y mínimos absolutos para cada mes indicándose el año en que acontecieron.

Quadro Nº 1.

Número de años con precipitación nula, medias aritméticas, precipitaciones máximas, mínimas y años de registro.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Años sin pp	0	0	0	1	0	2	1	3	1	0	0	0	0
Media con 0	93.0	82.4	102.2	76.3	67.8	49.0	44.1	44.7	60.0	89.7	84.6	86.5	882.2
Media sin 0	93.0	82.4	102.2	77.2	67.8	50.1	44.6	46.3	60.7	89.7	84.6	86.5	882.2
Desvío estándar	54.8	43.2	60.2	69.5	58.6	44.4	33.3	48.7	41.6	58.1	55.9	45.9	185.5
PrecipitMáxima	262.0	215.0	301.3	441.8	345.0	277.0	172.0	276.0	181.0	338.0	339.0	213.0	1371
Año	1936	1941	1975	1980	1957	1940	1963	1913	1912	1939	1966	1919	1966
PrecipitMínima	15.0	6.0	3.8	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0	15.0	512.0
Año	1934	1943	1965	1989	1995	1950	1995	1954	1966	1958	1939	1986	1924

De este cuadro se puede inferir la gran variabilidad de la precipitación. Así se podría sacar la relación entre el año más seco y el año más húmedo (512mm y 1371mm), acontecidos en 1924 y 1966, respectivamente.

A modo de ejemplo citaremos el mes de abril, cuya media es de 77.2 mm, sin embargo el abril más lluvioso fue el de 1980 con 441.8 mm y el menos lluvioso fue el de 1989 sin precipitación.

En la Figura 1 se graficaron las precipitaciones medias mensuales (Fig.1a), las precipitaciones máximas registradas en cada mes del año (Fig. 1b) y las precipitaciones mínimas (Fig.1c). Nótese la diferencia de escala de la Fig. 1c y la presencia de meses sin precipitación.

En el Cuadro N° 2 se volcaron los resultados de precipitación probable, empleando la distribución normal raíz cúbica para las probabilidades del 5, 10, 20, 50 y 80 y 95% y en la Figura 2 se muestran las probabilidades acumuladas para los meses de julio y enero.

Cuadro N°2.
Precipitación probable obtenida a través de la distribución normal raíz cúbica.

Prob	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0.05	23.4	22.5	24.9	7.9	6.4	2.6	4.2	0.4	9.2	19.7	18.7	25.8
0.10	32.5	30.6	34.9	14.9	11.8	7.0	8.2	3.2	15.3	28.3	26.8	34.2
0.20	46.2	42.7	50.1	26.5	21.6	14.5	14.9	9.3	24.7	41.8	42.9	46.7
0.50	82.4	74.0	90.3	61.2	52.9	38.0	35.4	31.4	50.8	78.2	73.7	78.4
0.80	133.8	117.7	147.8	116.6	105.4	77.1	68.7	71.8	90.1	131.2	123.4	122.0
0.95	199.5	172.9	221.7	193.4	180.3	133.1	115.0	132.8	142.6	200.4	188.1	176.3

Es probable que 1 de cada 5 años en septiembre las precipitaciones sean menores o iguales a 24.7 mm y que 4 de cada 5 años ese valor sea superado.

En el Cuadro N° 3 aparecen las probabilidades de humedad edáfica mensual por década, es decir que cada mes se dividió en 1°, 2° y 3° década. Del mismo se puede inferir que las mayores probabilidades de tener sequías absolutas ocurren en enero y febrero y más exactamente la tercera de enero y primera de febrero, mientras que la menor durante todo el mes de agosto, o sea que está relacionado con las demandas por evapotranspiración.

La mayor probabilidad de tener sequía condicional ocurre en diciembre y la menor en la tercera década de julio y la primera y segunda de agosto. En cambio las mayores probabilidades de humedad óptima acontecen entre julio y agosto, mientras que las menores entre enero y febrero.

Figura 1

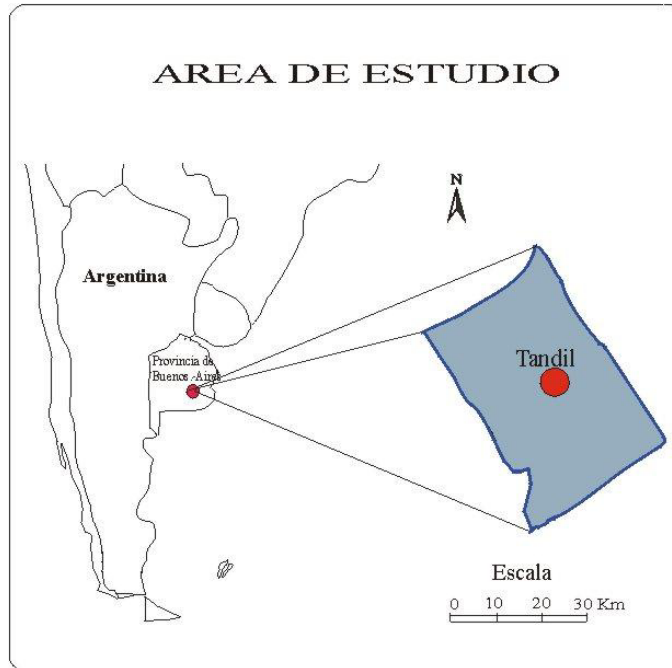


Figura 1a

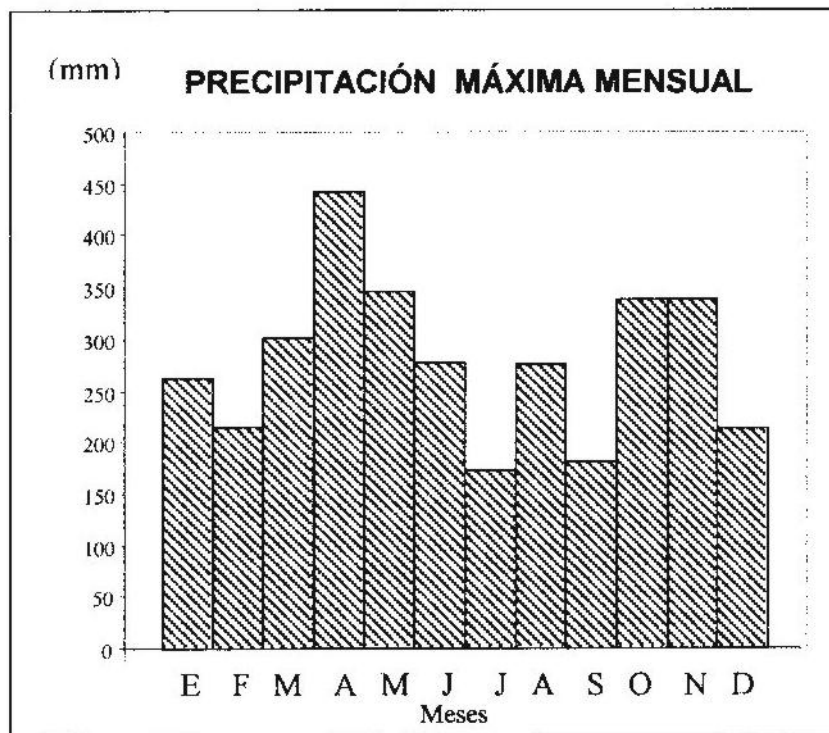
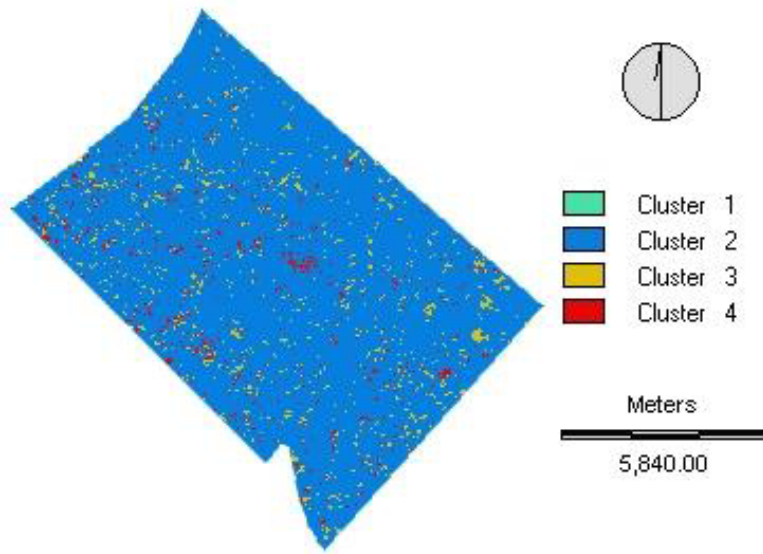


Figura 1b

Figura 1b
Figura 1c

CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA MODO GENERALIZADO



Cuadro N° 3.
Probabilidad de humedad edáfica media.

MES		Probabilidad de sequía absoluta	Probabilidad de sequía condicional	Probabilidad de Humedad óptima
DICIEMBRE	1°	27.2	49.1	23.8
	2°	37.4	45.9	16.8
	3°	47.0	41.2	11.8
ENERO	1°	52.2	36.2	11.5
	2°	57.2	34.3	8.5
	3°	60.4	31.7	7.9
FEBRERO	1°	63.2	31.6	5.3
	2°	56.0	33.2	10.9
	3°	51.7	32.8	15.5
JULIO	1°	1.1	7.5	91.4
	2°	1.0	6.7	92.2
	3°	0.8	6.2	93.0
AGOSTO	1°	0.5	6.4	93.1
	2°	0.2	6.3	93.5
	3°	0.3	9.7	89.0
SEPTIEMBRE	1°	0.7	13.9	85.4
	2°	1.0	18.2	80.7
	3°	1.3	20.1	78.6

En la Figura 3 se graficó la tendencia de las precipitaciones desde 1888 hasta 1999. En ella se observa que la línea correspondiente a las precipitaciones anuales se mantuvo bastante uniforme desde principio de siglo hasta aproximadamente 1940.

A partir de este año se inicia una tendencia alcista hasta 1980 en que comienza a declinar. Si bien las precipitaciones anuales no mostraron tendencia hasta 1940, las correspondientes al semestre cálido experimentaron un ligero aumento en detrimento de las del semestre frío que disminuyeron en ese lapso de años. A partir de 1940 las precipitaciones del semestre frío experimentan un ligero aumento pero desde 1964 la situación se revierte.

Mientras tanto las precipitaciones del semestre cálido y anuales continúan aumentando hasta la década del 80, en que comienzan a disminuir, tendencia observada hasta nuestros días.

Figura 2

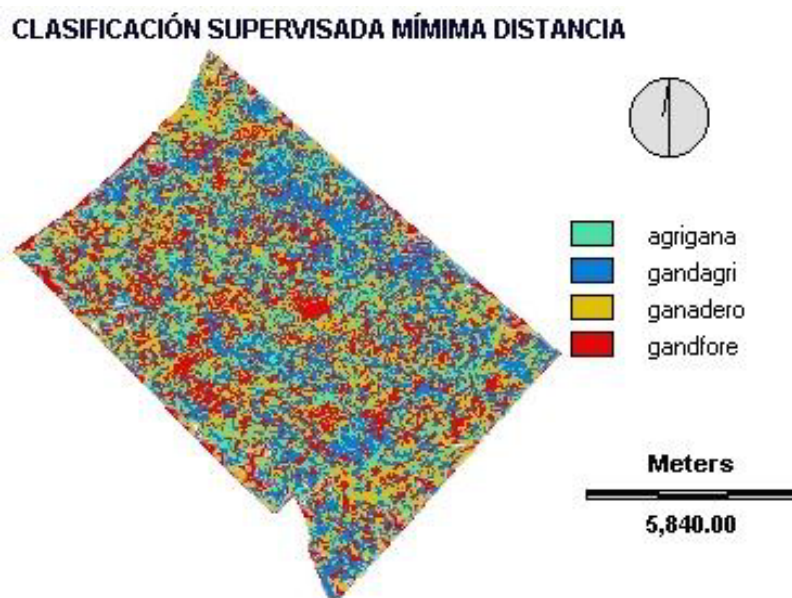
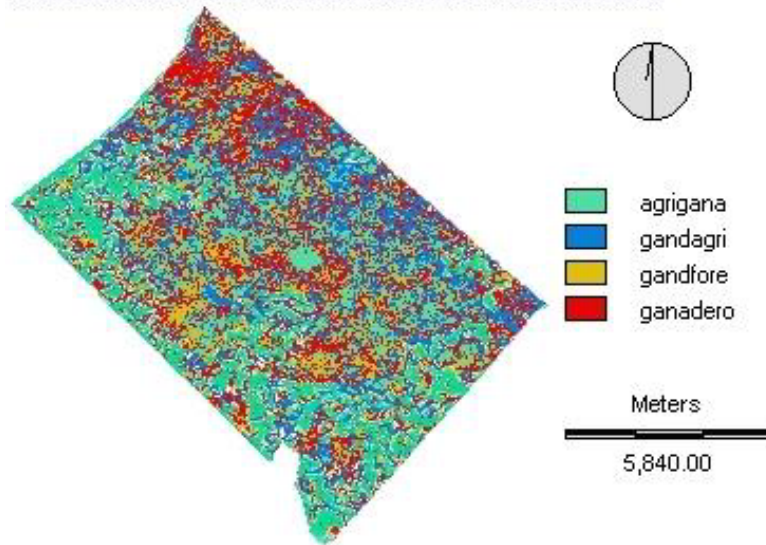


Figura 3

CLASIFICACIÓN SUPERVISADA MÁXIMA PROBABILIDAD



CONCLUSIONES

- Se caracterizó el régimen pluviométrico de Tandil: las mínimas precipitaciones mensuales ocurren en agosto y las máximas en marzo. El orden en que se reparten las precipitaciones anuales es verano > otoño > primavera > invierno. El régimen es uniforme pero con una estación más húmeda definida.
- Al calcular la precipitación probable, surge que con distintos niveles de probabilidad, es siempre el mes de marzo el que aporta el mayor monto de precipitación y agosto, el menor valor.
- Al estimar las probabilidades de sequía y humedad edáfica óptima para el trimestre cálido y algunos meses de invierno, se pudo comprobar que como la probabilidad de sequía condicional es mayor que la de sequía absoluta en la primera y segunda década de diciembre, mientras que en la tercera son ambas probabilidades bastante parecidas, se justificaría la aplicación de riego complementario para que el suelo alcance la capacidad de campo y se noten menos mermas en el rendimiento al momento de cosechar (por ejemplo en enero para el trigo). Para ello habría que seguir un balance hidrológico diario y analizar la situación particular de cada verano, para relacionarlo con los subperiodos críticos para el agua de los diferentes cultivos.
- Al analizar la tendencia de las precipitaciones, se comprobó que la línea de tendencia de las precipitaciones del semestre cálido y de las anuales se encuentran al final del siglo XX por encima de las correspondientes al siglo XIX y sucede lo contrario con las precipitaciones del semestre frío, habiendo fluctuado a lo largo de los 112 años considerados.

BIBLIOGRAFIA

- Penman, H. L. 1948. Natural evapotranspiration from open water, bare soil and grass. Proc. R. Soc. London. Ser. A 193: 120-145.
- San Martino, S; Fernández, H y Gardiol, J. 1996. Caracterización de las precipitaciones en el sudeste bonaerense. Actas VII Congreso Argentino de Meteorología. Buenos Aires, 327-328.
- Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas Climatológicas. 1901-1950, 1931-1950, 1951-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990.
- Thorntwaite, C.W y Mather, J.A. 1955. The water balance. Drexel Institute of Technology. Publication on Climatology. 8 (1) Centerton. New Jersey. USA.
- Walsh, R.D y Lawler, D.M. 1983. Seasonality of precipitation. Weather Rev. Met. Soc. London.