

# CAMBIOS EN EL REGIMEN DE HUMEDAD EN EL SUDESTE BONAERENSE, REPUBLICA ARGENTINA

Silvia FALASCA<sup>1</sup>, Ana ULBERICH<sup>2</sup>.

## 1. Introducción

Desde la década del 50 se advierte la presencia de un marcado ciclo húmedo en gran parte del territorio argentino con un sostenido aumento de las precipitaciones. Esas condiciones ambientales más húmedas pueden haber conducido a una reducción de la demanda atmosférica de agua, disminuyendo por lo tanto las pérdidas por evapotranspiración, lo que podría determinar cambios en el régimen hidrológico de la provincia de Buenos Aires. Interesa conocer la significancia de estos cambios como para justificar el reemplazo de los valores de evapotranspiración potencial climática tradicionales por los obtenidos en las últimas décadas, para su utilización operativa en balances hidrológicos actualmente en uso para el diagnóstico de las reservas de agua en el suelo y sus anomalías en la región (FORTE LAY & AIELLO, 1996).

El área de estudio es el sudeste bonaerense, limitada por el paralelo 37°LS, el meridiano 60° LW y el océano Atlántico, cuya actividad económica está basada en la producción agropecuaria. El tipo climático es Subhúmedo-Húmedo y mesotermal, (con ETP anual hasta 755 mm en una franja costera que incluye a Mar del Plata, mientras que el resto de la región posee una ETP anual de hasta 855 mm) siendo la estación más lluviosa el otoño para casi todas las localidades a excepción de Tres Arroyos, Tandil y Pigüé en donde predominan las lluvias estivales (FALASCA et al, 2000).

## 2. Materiales y métodos

Se trabajó sobre la fórmula original de PENMAN (1948), por ser considerada por muchos hidrólogos como la única capaz de producir valoraciones confiables de la evapotranspiración en un amplio rango de condiciones naturales, para el período 1961-90 con las 7 estaciones meteorológicas y agrometeorológicas distribuidas en el área de estudio. Se siguió para el cálculo de la evapotranspiración una metodología similar a la utilizada para el período 1941-1960 por DAMARIO & CATTÁNEO (1982) y se aplicó la fórmula de PENMAN de acuerdo a la descripción de FRÈRE (FAO 1972). Para el cálculo se utilizaron los datos proporcionados por las Estadísticas Climatológicas editadas por el Servicio Meteorológico Nacional, en aquellas estaciones que contaban con registros completos correspondientes al período 1961-1990. Lamentablemente no pudo incorporarse la última década (1991-2000) porque a la fecha de realización de este trabajo, no estaba publicada. Para aplicar la fórmula de PENMAN se trabajó con los valores mensuales de temperatura media, heliofanía, velocidad del viento y presión atmosférica. Dado que en Argentina no es usual la

medición de radiación neta, la misma debió ser estimada a partir de la radiación astronómica.

Así como los citados autores (DAMARIO & CATTÁNEO, 1982) además, estimaron la evapotranspiración empleando las fórmulas de THORNTWHAITE (1948) y de PAPADAKIS (1961), se decidió seguir el mismo procedimiento para el período 1961-90, y así obtener las relaciones entre las estimaciones aplicando la fórmula de PENMAN y las otras dos fórmulas. Posteriormente se calculó el Índice de Humedad de la UNESCO (1979) que interrelaciona la precipitación media anual con la evapotranspiración potencial anual obtenida por la fórmula de PENMAN. Para ello se consideraron los datos provenientes de las estaciones meteorológicas distribuidas en el área para ambos períodos 1941-60 y 1961-90.

Para verificar si el contenido higrométrico del aire se había modificado, se consideraron las humedades relativas medias correspondientes a ambos períodos estudiados, para las mismas localidades.

Por otro lado, para interpretar lo sucedido con el cambio de la evapotranspiración en ambos períodos y su posible relación con los factores meteorológicos que determinaron el cambio en el régimen de precipitación de la zona, se volcaron en un mapa de isóneas los cambios porcentuales de la precipitación media anual del período 1961-90 con respecto a la del período 1941-60 estableciendo la diferencia entre los valores de ambos períodos y expresándola en % sobre la precipitación media del período total (1941-90).

## 3. Resultados y discusión

Al analizar los resultados a partir de la fórmula de PENMAN para ambos períodos, se vio en líneas generales, una disminución de los valores del último trienio con respecto al período anterior. Se notó claramente en Mar del Plata, Pigüé y Tres Arroyos, que las mayores disminuciones ocurrieron en la estación invernal. La única estación donde se observó un incremento de la evapotranspiración en el mes de julio fue Bahía Blanca, donde el aumento registrado fue del 41%, con respecto al período anterior. Analizando las localidades de Azul y Dolores se constató que en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero hubo ligeros aumentos, notándose para el resto de los meses la tendencia a la baja citada anteriormente. Pero al considerar el valor anual, en todas las localidades se observaron ligeras disminuciones, siendo la localidad de Bahía Blanca la que más variación presentó y Azul la menor.

Del análisis de la Tabla 1 se pudo inferir que la fórmula de PENMAN fue la que produjo los mayores resultados con respecto a las otras dos. Dado que esta fórmula pondera el efecto advectivo, resultan notorios los altos valores que aparecen en las localidades de Bahía Blanca, Tandil y Tres Arroyos. La aplicación de la fórmula de THORNTWHAITE confirma la subvaloración que se le

<sup>1</sup> Prof. Tit. Climatología y Directora del PREMAPA. Facultad de Ciencias Humanas, UNICEN. Pinto 399. Tandil, Pcia Buenos Aires. Argentina. E-mail: sfalasca@conicet.gov.ar.

<sup>2</sup> M.Sc. PREMAPA. Facultad de Ciencias Humanas, UNICEN. Tandil. E-mail: ulberich@fch.unicen.edu.ar

reconocen a las estimaciones fundadas solamente en la temperatura media del aire.

DAMARIO & CATTÁNEO (1982) obtuvieron una relación PE/THO que fluctuó de 1.20 a 1.40 para el record 1941-60. Actualmente esa relación en líneas generales se mantiene, lo que estaría indicando que no ha habido cambios en las temperaturas medias mensuales de las localidades analizadas entre ambos períodos.

**Tabla 1.** Evapotranspiración estimada por las metodologías de PENMAN (PE), THORNTWHAITE (THO) y PAPADAKIS (PA) y relaciones entre PENMAN y ellas.

Localidad	Pe	Tho	Pa	Pe/Tho	PE/PA
Azul	862.3	755.4	424.1	1.14	2.20
B. Blanca	1322.9	711.3	673.7	1.85	1.96
Dolores	890.7	759.9	424.1	1.17	2.10
M.del Plata	881.1	714.1	281.2	1.23	3.10
Pigüé	895.9	745.8	503.2	1.20	1.78
Tandil	933.6	682.4	398.1	1.36	2.34
Tres Arroyos	944.2	631.0	539.4	1.49	1.75

En la costa atlántica bonaerense donde el factor oceanidad produce climas frescos y húmedos, la relación PENMAN / PAPADAKIS apenas superaba la unidad (PE/PA = 1.0 -1.20) señalando diferencias de poco más de 100 mm en la región (DAMARIO & CATTÁNEO, 1982). Sin embargo para el período 1961-90 la relación se duplicó, denotando una subestimación pronunciada, si se asume que los valores de PENMAN son los mejores estimadores.

Es evidente que las estimaciones producidas por las diversas fórmulas no resultan comparables entre sí, pues están pensadas para representar potencialidades evapotranspiratorias no totalmente coincidentes, pero muestran que la relación entre ellas ha cambiado, denotando condiciones de humedad diferentes a las que reinaban durante el período 1941-60.

Al analizar los índices de humedad de UNESCO se pudo observar que en todas las localidades dicho índice aumentó en el último período con respecto al anterior, aunque sin modificar la categoría del régimen de humedad (régimen húmedo).

Cuando se analizó la variación de la humedad relativa para ambos períodos, se vio que los valores anuales aumentaron en las localidades de Azul, Mar del Plata, Pigüé y Dolores, sólo experimentó una ligera baja en Bahía Blanca, manteniéndose constante en Tres Arroyos. En todos los casos se notó un aumento de los valores de humedad relativa en el cuatrimestre más cálido, es decir de Noviembre a Febrero, extendiéndose en algunos casos a todo el semestre cálido, indicando que los valores de tensión de vapor media estuvieron más cercanos a los de saturación, en el último período comparado con el período anterior.

Al estudiar la variación porcentual de las precipitaciones anuales del período 1961-1990 con respecto al período 1941-1960, se pudo apreciar que el único sector donde no hubo cambios fue el N del partido de San Cayetano, el SE de Juárez y el

W de Gonzáles Chaves. El área donde las precipitaciones se incrementaron un 10% corresponde a los partidos de Azul y Tandil. En el sector costero las precipitaciones anuales sólo aumentaron entre un 2 a un 4%. La disminución de los valores de evapotranspiración potencial que se observan en la provincia de Buenos Aires, está en concordancia con el ligero aumento de las precipitaciones en ese lugar, lo que podría ser explicado por la advección de aire humedecido desde el este, ya que el eje de mayor presión del Anticiclón del Atlántico sur se desplazó más al sur en las últimas décadas, modificando las condiciones de circulación.

## CONCLUSIONES

- Los valores estimados de evapotranspiración potencial disminuyeron en el período 1961-90 con respecto al período anterior (1941-60) con las tres metodologías empleadas.
- La relación PE/PA en el área de estudio que era de 1.0-1.20, se duplicó en todas las estaciones. Ello indicaría que disminuyó el déficit de saturación en las décadas más recientes con respecto a las anteriores.
- El índice de humedad de la UNESCO aumentó en todas las localidades.
- La precipitaciones anuales han experimentado ligeros aumentos en la región bajo estudio.
- Por todo lo expuesto, se puede concluir que las últimas décadas presentan mayores condiciones de humedad que las que existieron en el período anterior.

## 5. Referencias bibliográficas

- DAMARIO, E; C. CATTÁNEO. Estimación climática de la evapotranspiración potencial en la Argentina según el Método de Penman 1948. **Revista Facultad de Agronomía**, V. 3, n 3, p 271-292. 1982.
- FALASCA, S; ULBERICH, A; BERNABÉ, M Y MORDENTTI, S. Principales características agroclimáticas del sudeste bonaerense, República Argentina. **Revista Geográfica del IPGH**. v 127, n. 91-102 . 2000.
- FORTE LAY J. A.; AIELLO, J.L. Método para el diagnóstico de la reserva hídrica del suelo y sus anomalías en las provincias pampeanas. In : **Training Course on Practical Applications of Seasonal-to-Interannual Climate predictions to Water resources and Agriculture for Mesoamerica and the Caribbean**. International Research Institute (IRI) for Seasonal to Interannual Climate Prediction. Instituto de Meteorología de Costa Rica. San José de Costa Rica. 15 pp. 1996.
- FRÈRE, M. **A method for the practical application of the Penman formula for the estimation of potential evapotranspiration and evaporation from free water surfaces**. Roma: FAO-AGP:AS/1972/2.
- PAPADAKIS, J. **Climatic Tables for the world** . Editado por el autor. 175 pp. Buenos Aires. 1961.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proc. Roy. Soc.**, A 193:120-146. London. 1948.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. **Estadística Climatológica**. 1961-1970, 1971-80, 1981-90. Buenos Aires.
- THORNTWHAITE, C. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review** 38: 1-55. 1948.
- UNESCO. **Carte de la répartition mondiale des régions arides**. UNESCO. París, 1979.