

EVAPOTRANSPIRACIÓN Y BALANCE HÍDRICO COMO POSIBLES INDICADORES DE INTERACCIONES ENTRE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS

Caretta*, A.I.¹; Cicero, A.R.¹

¹ *Cátedra de Meteorología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, UNCUYO. Almirante Brown 500 - Chacras de Coria, Mendoza (Argentina) M5528AHB*

*Contacto: acaretta@fca.uncu.edu.ar

RESUMEN

En el marco del cambio climático se menciona con frecuencia el aumento de la temperatura media y de las precipitaciones en la zona llana de Mendoza. Así puede señalarse para Chacras de Coria el incremento de grados-día y precipitación, la disminución de horas de frío, de frecuencia de heladas, entre otros. Sin embargo la atmósfera es un sistema dinámico de complejas y numerosas interacciones difícilmente representadas por el análisis individual de sus elementos. La complejidad de tales simulaciones escapa a las posibilidades habituales de trabajo. Se propone entonces la evapotranspiración real (Ea) y el balance hídrico (BH) de un cultivo representativo, como aproximación sencilla para algunas de estas interacciones, ya que se conjugan temperatura, heliofanía, nubosidad, humedad relativa, velocidad del viento, precipitación y requerimientos hídricos del cultivo diferenciales según el ciclo. El objetivo de este trabajo es determinar si efectivamente los cálculos indicados (Ea y BH) reflejan algún comportamiento particular que pudiera atribuirse a las mencionadas interacciones.

Se trabajó con la base de datos de la Estación Agrometeorológica Chacras de Coria; se calculó la evapotranspiración potencial según Blaney-Criddle y se realizaron los balances hídricos desde 1959 a 2011. Dada su importancia económica y difusión geográfica se eligió como cultivo la vid, el suelo franco arenoso con una capacidad de almacenaje de 50 mm. Se trabajó con las “temporadas de cultivo”, es decir, el primer balance hídrico inicia en julio de 1959 y termina en junio de 1960, y así sucesivamente hasta jul./2010 – jun./2011, siguiendo una secuencia compatible con el ciclo fenológico. Se obtuvieron valores medios, extremos y de pendiente de ajuste lineal para la serie de 52 datos de evapotranspiración potencial, evapotranspiración real, almacenaje, precipitación efectiva, déficits y excesos.

Los resultados obtenidos reflejan el comportamiento esperado para la precipitación efectiva, con un valor de pendiente positiva de 1,15. Sin embargo los valores de déficit y evapotranspiración potencial y real, presentan tendencia lineal negativa, -1,97; -2,31 y -1,20 respectivamente. Los valores de almacenaje presentan una tendencia positiva de 0,78, coincidente con un aumento de precipitación, pero siendo una zona árida, con déficits importantes, el aumento indicado por la tendencia positiva de las precipitaciones no justificaría un incremento en los valores de almacenaje. Estos resultados de tendencias negativas para evapotranspiración y déficit, y positiva para almacenaje, indicarían alguna interacción entre los elementos meteorológicos, pudiendo entonces considerarse a la evapotranspiración y al balance hídrico como una aproximación sencilla a dichas interacciones.

Palabras clave: tendencia de elementos meteorológicos, interacciones, compensación.

INTRODUCCIÓN

En el marco del cambio climático se menciona como más destacado, el aumento de la temperatura media y de las precipitaciones en la zona llana de la provincia de Mendoza, donde se encuentra prácticamente la totalidad de la superficie cultivada. Así puede señalarse para Chacras de Coria, el incremento de los grados-día, la disminución de las horas de frío, la disminución de la frecuencia de heladas (Caretta y Cicero, 2008a, 2008b, 2010) y la tendencia de las precipitaciones (Cicero et al, 2003). En general los análisis y pronósticos suelen concentrarse en los potenciales efectos de estos dos elementos meteorológicos. Es lícito suponer que un aumento de temperatura provocará una mayor evapotranspiración, afectará los centros de altas y bajas presiones de origen térmico, vientos, transporte de vapor de agua, entre otros aspectos. Todo ello alterando los sistemas suelo-planta-clima hasta ahora conocidos, impactando sobre los ciclos de los cultivos, la sanidad, etc. (Cavagnaro, 2010). Pero estas modificaciones que no serán seguramente lineales, independientes ni por cierto únicas, originarán nuevas consecuencias en sistema que se retroalimentará durante mucho tiempo antes de estabilizarse. La atmósfera es, sin duda, un sistema dinámico de complejas y numerosas interacciones difícilmente representadas por el análisis parcial, mucho menos individual de sus elementos. La complejidad de tales simulaciones escapa a las posibilidades habituales de trabajo. Ante la necesidad de disponer de algún tipo de herramienta que permita estimar someramente estos escenarios, se pensó en el cálculo de evapotranspiración y balance hídrico para un cultivo representativo en la región, como una aproximación sencilla para algunas de estas interacciones. El cálculo de la evapotranspiración conjuga temperatura del aire, heliofanía, nubosidad, humedad relativa y velocidad del viento. El balance hídrico por su parte incorpora una componente biológica a través de la demanda hídrica diferenciada según estado fenológico y la precipitación tanto en su magnitud como en su distribución temporal. El objetivo de este trabajo es determinar si efectivamente los cálculos propuestos funcionan como un método de análisis simultáneo de los elementos meteorológicos mencionados reflejando un resultado particular como consecuencia de las mencionadas interacciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con la base de datos de la Estación Agrometeorológica de Chacras de Coria, (32°59' S; 67°35' W), dependiente de la Cátedra de Meteorología Agrícola, FCA-UNCUYO (Cicero y Ortega, 2006; Ortega y Cicero, 2000). Se realizaron los balances hídricos de cultivo desde 1959 a 2011. Dado que el objetivo planteado no se basa en los valores en sí mismos sino en su evolución a través del tiempo, se eligió el modelo de Blaney-Criddle (Doorenbos y Pruitt, 1975), para el cálculo de la evapotranspiración potencial debido a la facilidad de acceso a los datos necesarios y a su aplicabilidad a zonas áridas como Chacras de Coria. Los valores obtenidos se corrigieron según el ajuste propuesto por Doorenbos y Pruitt (1975). Se eligió como cultivo tipo la vid por su difusión en la región, con un ciclo promedio de 8 meses, desde setiembre a abril y los coeficientes de cultivo, K_c , sugeridos por Doorenbos y Pruitt, 1975, (0,45; 0,60; 0,70; 0,70; 0,70; 0,65; 0,50 y 0,30 para los meses de setiembre a abril respectivamente). En cuanto al suelo se elige una capacidad de almacenaje de 50 mm, compatible con un suelo de textura franco arenosa común en la zona en estudio, sin restricciones. La transformación de precipitación real a precipitación efectiva se realizó mediante la curva de Blaney y Criddle, (Ortiz Maldonado, 1991). Es importante aclarar que se trabajó, no con años calendario, sino con las "temporadas de cultivo", (tem.), es decir, el primer balance hídrico (BH) comprende desde julio de 1959 a junio de 1960, y así sucesivamente hasta el último BH calculado

correspondiente al periodo jul/2010 – jun/2011. Se decide iniciar los BH en julio ya que de esta manera se acompaña la secuencia fenológica del cultivo elegido. Cada temporada se identifica con el año de inicio. Se obtuvieron los valores medios y extremos y los valores de pendiente de ajuste lineal para la serie de 52 valores anuales de evapotranspiración potencial (ETo), evapotranspiración real (Ea), almacenaje, (Alm.) precipitación efectiva (Ppt.Ef.), déficits (Déf.) y excesos (Exc.). Se comparó los valores extremos de los parámetros calculados y se expresó las diferencias en porcentaje con respecto al máximo. Se calculó el coeficiente de correlación para Evapotranspiración potencial y Evapotranspiración real, para Precipitación efectiva y Almacenaje, así como también la desviación estándar de las temperaturas de las 22:00 h para el periodo con heladas considerado de los cinco años de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Puede observarse una considerable amplitud entre los valores máximos y mínimos de los parámetros estudiados. Para la evapotranspiración, tanto potencial como real, los valores máximos son un promedio de 40% superiores al mínimo, y promedios cercanos al 90% para los otros parámetros.

Los valores medios y extremos calculados se indican en la tabla 1.

Tabla 1. Valores medios y extremos de parámetros del Balance hídrico de la serie de 53 datos anuales (lámina en mm), y sus respectivas temporadas de ocurrencia

valor	Eto	Ea	Ppt.Ef	Alm.	Déf.	Exc.
Medio	926	501	225	101	311	8
Máximo	1172	654	456	330	560	84
Temporada	'71	'71	'83	'83	'71	'97
Mínimo	743	381	89	2	85	0
Temporada	'84	'84	'70	'64	'92	

De las 52 temporadas, 24 presentan valores de Eto y Ea superiores a la media, 16 de los cuales se producen en las primeras 20 temporadas y 8 en las últimas 11, desde 2000-2001 hasta 2010-2011. Para los déficits se encuentran 28 valores superiores a la media y su distribución es algo más homogénea que para Eto y Ea, sin concentrarse en las primeras o últimas temporadas.

Los excesos presentan valores superiores a cero en 8 de las 52 temporadas.

Los cálculos de la pendiente del ajuste lineal dan valores negativos para Eto, Ea y déficits y positivos para la precipitación efectiva, almacenaje y excesos, como puede verse en la tabla 2.

Tabla 2. Pendiente de ajuste lineal según parámetro

Eto	Ea	Ppt.Ef	Alm.	Déf.	Exc.
-2,31	-1,20	1,15	0,78	-1,97	0,27

Dada la similitud en la marcha de los valores obtenidos de Ea y déficits, se calculó el coeficiente de correlación lineal poblacional (R^2 , Excel 2007), dando un valor de 0,82. Esta similitud podría explicarse por la escasa magnitud de las precipitaciones, que cubren una baja proporción de las necesidades evapotranspiratorias y por lo tanto la magnitud y secuencia de los déficits es cercana a la de los requerimientos. Así, la temporada 1971 presenta el máximo valor de Ea, el máximo valor de déficit y el segundo valor más bajo de precipitación, con 99 mm.

Puede observarse también cierta coincidencia entre los valores de Almacenaje y Precipitación efectiva, lo que se refleja en un coeficiente de correlación de 0,73. Los valores por temporada de los diversos parámetros y sus respectivas curvas de ajuste lineal pueden verse en las figuras 1 y 2.

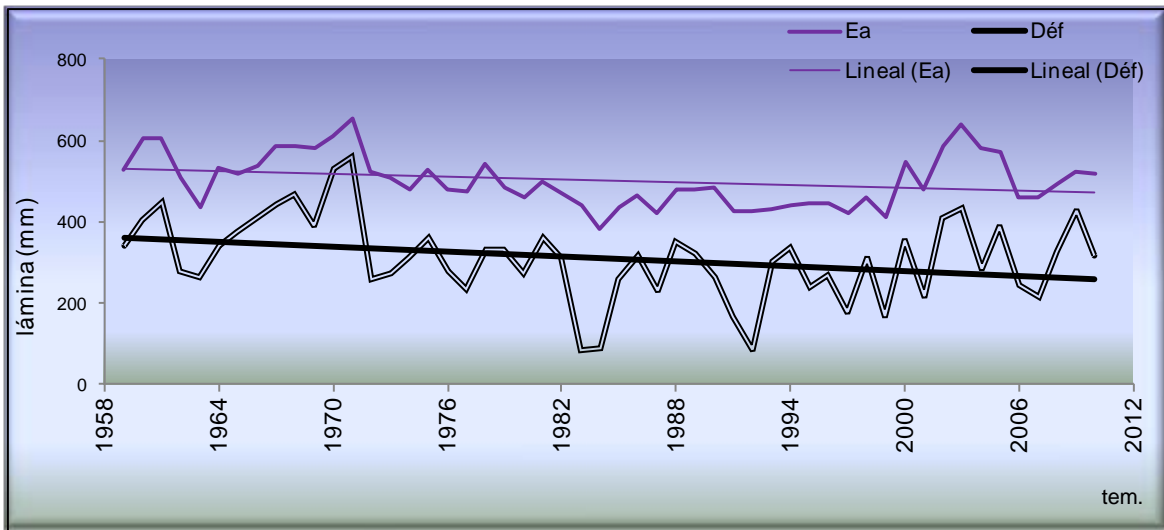


Figura 1. Valores por temporada de Ea, déficits y ajuste lineal

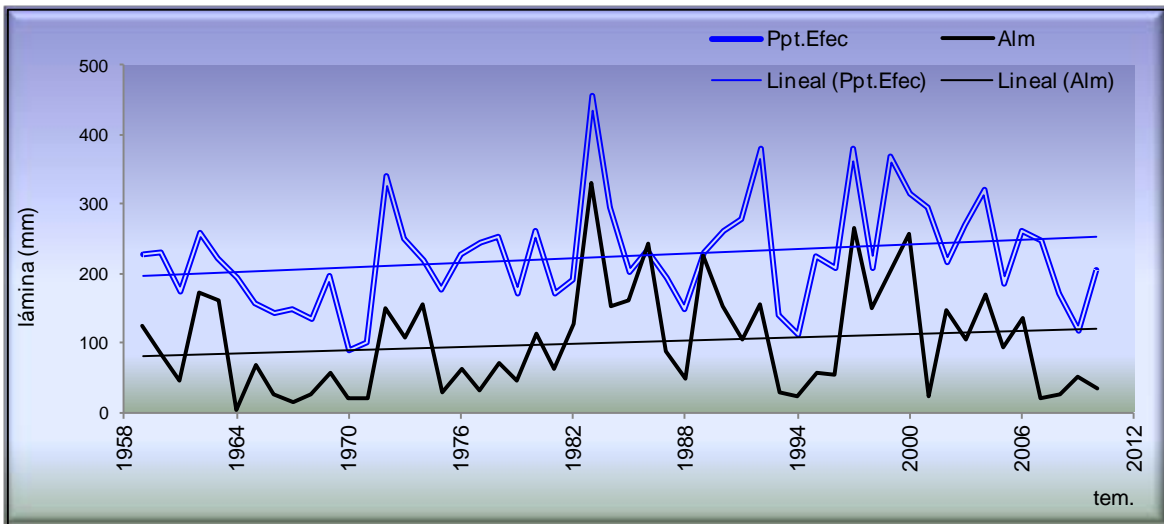


Figura 2. Valores por temporada de Precipitación efectiva, almacenaje y ajuste lineal

CONCLUSIONES

A pesar de que la tendencia de la temperatura y la precipitación es la prevista por diversos estudios de cambio climático, la interacción entre éstos y otros elementos meteorológicos no sería directa ni lineal. Si bien los parámetros de almacenaje y precipitación efectiva del balance hídrico muestran un comportamiento coherente con los valores de precipitación real registrados, la evapotranspiración y los déficits difieren de la tendencia de la temperatura. Se puede suponer que al menos uno de los otros elementos que regulan la evapotranspiración produce una suerte de compensación del aumento de temperatura, lo suficientemente importante como para, no solo neutralizarlo sino generar una tendencia negativa de la magnitud de la Eto y consecuentemente de Ea. Los valores

de precipitación efectiva están lógicamente vinculados a los de precipitación real y no reflejan ningún comportamiento no esperado. Con respecto a los valores crecientes de almacenaje y excesos, es posible que sí estén manifestando algún tipo de interacción ya que siendo una zona de tan escasa precipitación, se esperaba que cualquier aumento fuera absorbido por la evapotranspiración, sin llegar a impactar almacenaje o excesos. Dado estos resultados se considera que la evapotranspiración según Blaney-Cridde y la metodología del balance hídrico pueden ser indicadores sencillos del resultado de algunas interacciones entre elementos meteorológicos. En una etapa posterior, una vez concluido el análisis en proceso de la influencia de cada factor, se espera obtener y aportar mayor información sobre las interacciones mencionadas.

REFERENCIAS

- Caretta, A.I.; Cicero, A.R. (ad aequo) 2010. La frecuencia de heladas en Chacras de Coria, entre 1959 y 2009, como estimador de la evolución climática. En: XIII Reunión Argentina de Agrometeorología, 2010, Bahía Blanca, Argentina.
- Caretta, A.I.; Cicero, A.R. (ad aequo) 2008. Evolución de los grados-día en Chacras de Coria, Luján, Mendoza. En: XII Reunión Argentina de Agrometeorología, 2008, San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Caretta, A.I.; Cicero, A.R. (ad aequo) 2008. Evolución de las horas de frío en Chacras de Coria, Luján, Mendoza. En: XII Reunión Argentina de Agrometeorología, 2008, San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Cavagnaro, J.B. 2010. Cambio climático y fisiología de las plantas. Aspectos teóricos y algunos resultados preliminares. V Jornadas de Riego y Fertirriego. Mendoza, Argentina.
- Cicero, A.R., Ortega, A.M. 2012. Boletín Agrometeorológico de Chacras de Coria. Cátedra de Meteorología Agrícola, FCA- UNCUYO. Mendoza, Argentina. 648p.
- Doorenbos, J. y Pruitt, W. O. 1975. Irrigation and drainage paper 24. Crop water requirements. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 178p.
- Ortega, A.M., Cicero, A.R. 2000. Estadísticas Meteorológicas de Chacras de Coria. Cátedra de Meteorología Agrícola, FCA- UNCUYO. Mendoza, Argentina. 504p.
- Ortiz Maldonado, A. 1991. Adversidades agrometeorológicas de Mendoza. Centro de Bodegueros de Mendoza. Mendoza, Argentina. 236p.