

UN APORTE A LA ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO JUVENIL DE ARANDANO UTILIZANDO METODOLOGÍA SEGUN FAO EN LOCALIDADES DE LA MESOPOTAMIA ARGENTINA

Hauviller, A.P.¹⁻², H. Días², D. Pérez¹ y M. Rodríguez Loustau¹

¹ Universidad Católica Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Agrometeorología, Freire 183, (1426) Buenos Aires, ARGENTINA. e-mail: adriller@ciudad.com.ar

² Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias. Agrarias, Cátedra de Topografía e Hidrología Agrícola, op. citada.

RESUMEN

El cultivo de arándanos (*Vaccinium sp.*) ha tenido una gran expansión en nuestro país debido a que representa una alternativa de producción frutícola de exportación.

Como su fruto posee alto contenido de vitaminas A, B y C y minerales (potasio, hierro y calcio), es apreciado en EE.UU., Japón y países de Europa, donde es consumido como fruta fresca en contraestación, en la industria alimenticia y también medicinal por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y desinfectantes. Este cultivo es sensible tanto al déficit como al exceso de agua y por ello se debe cuantificar la demanda evapotranspirativa.

En este trabajo de investigación se calculó la evapotranspiración utilizando tres métodos FAO en cuatro localidades de la Mesopotamia argentina -Concordia (ER), Paraná (ER), Monte Caseros (Ctes) y Cerro Azul (Mis)-. La elección de los métodos de ET_o según FAO, se realizó considerando su amplia utilización a nivel mundial y sólida base científica. Los resultados obtenidos presentaron una tendencia general similar de resultados para las cuatro localidades, con valores mínimos obtenidos por BLANEY Y CRIDDLE/FAO, valores intermedios por PENMAN MONTEITH/FAO y valores máximos por RADIACIÓN/FAO. Dichos resultados deberán ser contrastados con resultados experimentales y también utilizarse para cálculos en otras zonas de cultivo.

Palabras clave: arándano, evapotranspiración, Mesopotamia argentina, métodos FAO

INTRODUCCIÓN

Los arándanos constituyen un grupo de especies nativas principalmente del hemisferio norte, que pertenecen al género *Vaccinium* de la familia de las Ericáceas. De las 30 especies que constituyen este grupo sólo un pequeño número de ellas tienen importancia comercial (de la Colina, J.M., 2005).

Las especies más conocidas y sus variedades son las siguientes, agrupadas según sus características de crecimiento y requerimientos agroclimáticos: Highbush (*Vaccinium corymbosum*), Southern highbush (*Vaccinium corymbosum* híbrido), Rabbiteye (*Vaccinium Ashei*), Lowbush (*Vaccinium angustifolium*), Half-highs (*V. angustifolium* x *V. corymbosum*), Evergreen huckleberry (*Vaccinium ovatum* de uso ornamental) y

Mountain blueberry (*Vaccinium membranaceum*. de uso ornamental (de la Colina, J. M., op. cit.).

Dentro de cada una de las subfamilias hay variedades que se adaptan a diferentes tipos de suelos y climas diferenciándose también las épocas de floración y su adaptación a la cosecha mecánica (de la Colina, J. M., op. cit.).

El cultivo requiere suelos ácidos (el pH debe ser mantenido entre 4.0 y 6.0) y bien drenados, para evitar el anegamiento por períodos prolongados. Por la distribución superficial de las raíces, el suelo necesita un adecuado nivel de humedad proporcionado por las lluvias o mediante el riego (Godoy, C., 2005). La estimación de la demanda hídrica según las condiciones ecológicas del lugar elegido es de gran importancia a los fines del cálculo de las láminas de riego.

Por lo que antecede, el objetivo de este trabajo es evaluar tres métodos de estimación de la demanda hídrica del cultivo arándano, determinando la variación entre los resultados obtenidos y comprobando la simplicidad de uso en función de la información climática requerida en cada uno de ellos, para así facilitar la programación del riego.

MATERIALES Y METODOS

En este trabajo se han evaluado tres métodos de estimación de la demanda hídrica de los cultivos sugeridos en la estandarización de FAO (Doorenbos, J., Pruitt, W. 1976) y usados comúnmente en distintas regiones del mundo.

Seguidamente se mencionan los métodos utilizados. Son:

- 1) Método de BLANEY-CRIDDLE/FAO
- 2) Método de la Radiación/FAO
- 3) Método de PENMAN-MONTEITH/FAO

Los datos climáticos necesarios para la operación de estos métodos corresponden a las bases de datos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional de CONCORDIA, PARANA, MONTE CASEROS y CERRO AZUL, ubicadas en la Mesopotamia argentina.

Para obtener los datos correspondientes a la variable suelo se recurrió a las cartas respectivas elaboradas por el INTA, consignando en el Cuadro 1 los caracteres generales de los mismos, los que sólo se mencionan a efectos de futuros programas de riego.

Para cada uno de los métodos según FAO (Allen et al. 1998) se señalan los algoritmos de cálculo respectivos y las variables intervinientes, describiéndolos seguidamente.

Cuadro 1. Características generales de los suelos de las localidades evaluadas

LOCALIDAD	TIPO DE SUELO
Concordia	Suelos arenosos rojizos profundos (Alfisoles) sobre terrazas aluviales del río Uruguay. La erosión actual es leve siendo la erosión potencial leve a moderada. El déficit hídrico es muy grave de noviembre a abril y leve de mayo a octubre.
Paraná	Suelos Argiudoles típicos asociados en parte a los Argiudoles vérticos con pendiente muy ondulada sobre la costa del río Paraná. La erosión actual es leve a moderada; la erosión potencial es moderada. El déficit hídrico es muy grave de noviembre a abril y grave de mayo a octubre.
Monte Caseros	Suelos Alfisoles sobre terrazas arenosas antiguas del río Uruguay.
Cerro Azul	Suelos Alfisoles con buena fertilidad, Urtisoles en lomas degradadas e Inceptisoles en áreas inclinadas asociados con pedregosidad. El relieve varía de ondulado a fuertemente ondulado y está conformado por lomas asociadas a sectores escarpados e inclinados, degradados por erosión hídrica.

Fuente: INTA, Atlas de Suelos. (1990)

Método de estimación según la ecuación de BLANEY Y CRIDDLE/FAO

$$ET_0 = C \cdot P(0,46T + 8,13)$$

donde:

ET₀ = evapotranspiración del cultivo de referencia (cm día⁻¹)

T = temperatura media diaria del mes (°C)

P = porcentaje medio de horas de sol diarias en función del total anual

C = factor de ajuste función de la humedad relativa, de horas de luz efectivas y velocidad del viento

Ecuación propuesta para el MÉTODO DE LA RADIACIÓN/FAO

$$ET_0 = a + b \cdot W \cdot R_s$$

donde:

ET₀ = evapotranspiración del cultivo de referencia

a y b = coeficientes establecidos

W · R_s = término radiación

W = f (t° C y as/nm)

R_s = (0.25 + 0.50 n/N) R_a

Método de estimación según la ecuación de PENMAN-MONTEITH/FAO

$$ET_0 = \left(\frac{1}{\lambda} \right) \left[\left(\frac{\Delta}{\Delta + \gamma'} \right) (R_n - S) + \left(\frac{\gamma}{\Delta + \gamma'} \right) \left(0.622 \frac{K_1 \cdot \lambda_p}{P} \right) \frac{(e_s - e_a)}{r_a} \right]$$

donde:

- ET₀ = evapotranspiración del cultivo de referencia (cm día⁻¹)
- λ = calor latente de vaporización del agua (cal cm⁻¹)
- R_n = radiación neta (cal cm⁻² día⁻¹)
- S = flujo de calor del suelo (cal cm⁻² día⁻¹)
- Δ = pendiente de la curva de presión de vapor (mbar °C⁻¹)
- γ_s = constante psicrométrica (mbar °C⁻¹)
- γ = constante psicrométrica ajustada (mbar °C⁻¹)
- K₁ = coeficiente de proporcionalidad para asegurar que ambos términos tienen las mismas unidades
- P = presión barométrica media (mbar)
- e_s = presión de vapor media a saturación (mbar)
- e_a = presión de vapor actual (mbar)
- r_a = resistencia aerodinámica al calor sensible y la transferencia de vapor (día km⁻¹)

A efectos de calcular la Evapotranspiración del Cultivo (ET_c) se hace necesario definir los Coeficientes del Cultivo (K_c) sugeridos para el cultivo de berries, grupo vegetal donde se encuentran las especies de arándano.

Si bien el Informe FAO 56 sugiere valores de K_c para blueberries en general, no los especifica para el caso concreto de arándanos. Por esta causa, en el presente trabajo se tomó información experimental obtenida en la Universidad de FLORIDA (USA) (Haman et al. 1997) dada la gran similitud entre los datos climáticos de la Estación de la Universidad de Gainesville en el Estado de FLORIDA y localidades de nuestra Mesopotamia, (Figura 1).

Estos K_c obtenidos para la especie *Rabbiteye* se aplicarán para los tres primeros años del cultivo, considerados como “años clave” para la implantación y rendimiento futuro en fruta fresca de este cultivo.

Valores mensuales de Kc

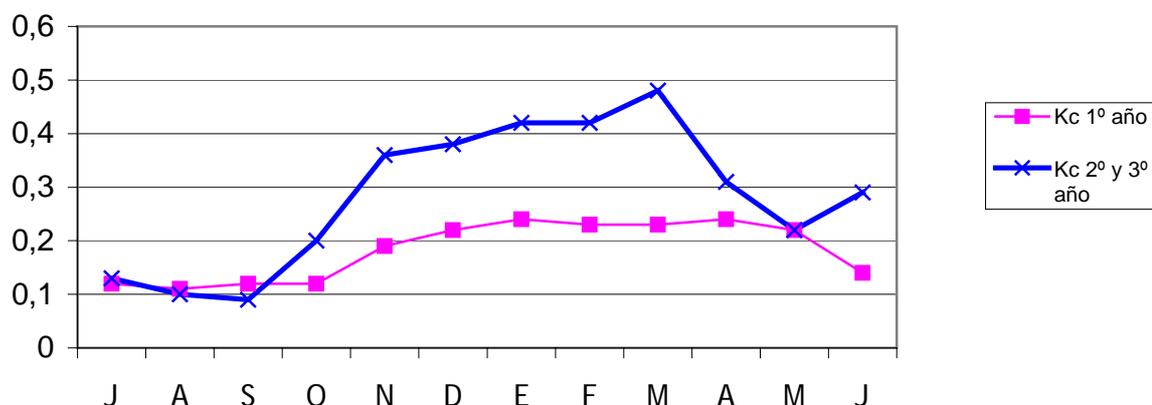


Figura 1. Coeficientes del cultivo (Kc) para arándanos en los tres primeros años

RESULTADOS Y DISCUSION

Por aplicación de los métodos propuestos se arribó a la estimación de la Evapotranspiración mensual de Referencia (ET_0). Los resultados obtenidos se transcriben en la Figura 2.

Igualmente, se representó sobre un eje de coordenadas ortogonales (ET_0 / Meses) la marcha anual de los valores de evapotranspiración para visualizar gráficamente las diferencias existentes entre los métodos.

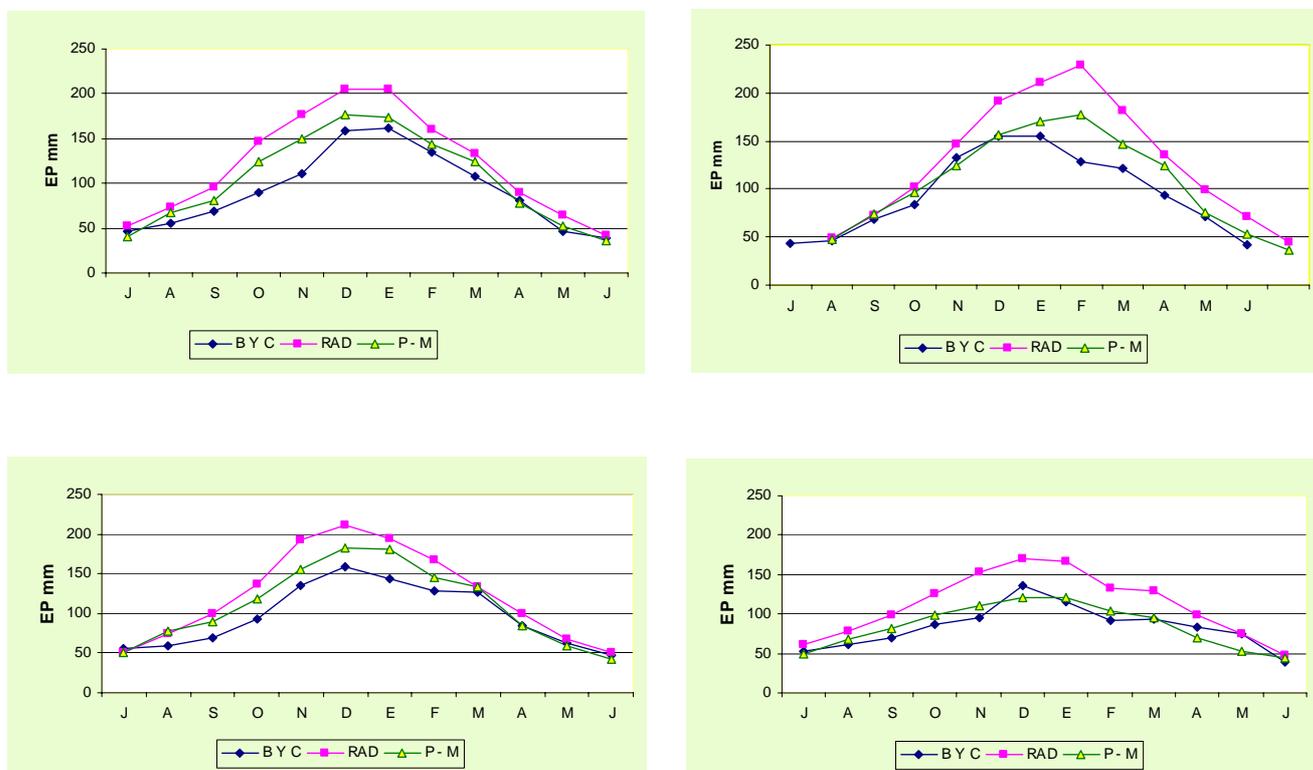


Figura 2. Estimación de evapotranspiración de referencia según métodos standarde Fao

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa una tendencia general similar de resultados para las cuatro localidades. Los valores mínimos fueron obtenidos por el método de BLANEY Y CRIDDLE/FAO, los valores intermedios por el método de PENMAN MONTEITH/FAO y los valores máximos por el método de la RADIACIÓN/FAO. Estas observaciones de tendencia no permiten aseverar cual de los métodos aproxima más exactamente con la verdadera demanda atmosférica al no poder contrastar dichas estimaciones con valores experimentales lisimétricos.

Obtenida la ET_0 y por aplicación de los Coeficientes del Cultivo (K_c) se calculó la Evapotranspiración del Cultivo (ET_c) de acuerdo con la evolución del arándano en los tres primeros años.

Resueltas cada una de las expresiones matemáticas correspondientes a los métodos ensayados con los datos climáticos de la localidad respectiva, se obtuvieron los resultados que se consignan en la figura 3. Para ello se multiplicaron los valores de K_c del primer año, y los K_c representativos del segundo y tercer año, por la correspondiente E_{to} mensual obteniendo así la ET_c mensual (mm) dentro de cada uno de los períodos mencionados.

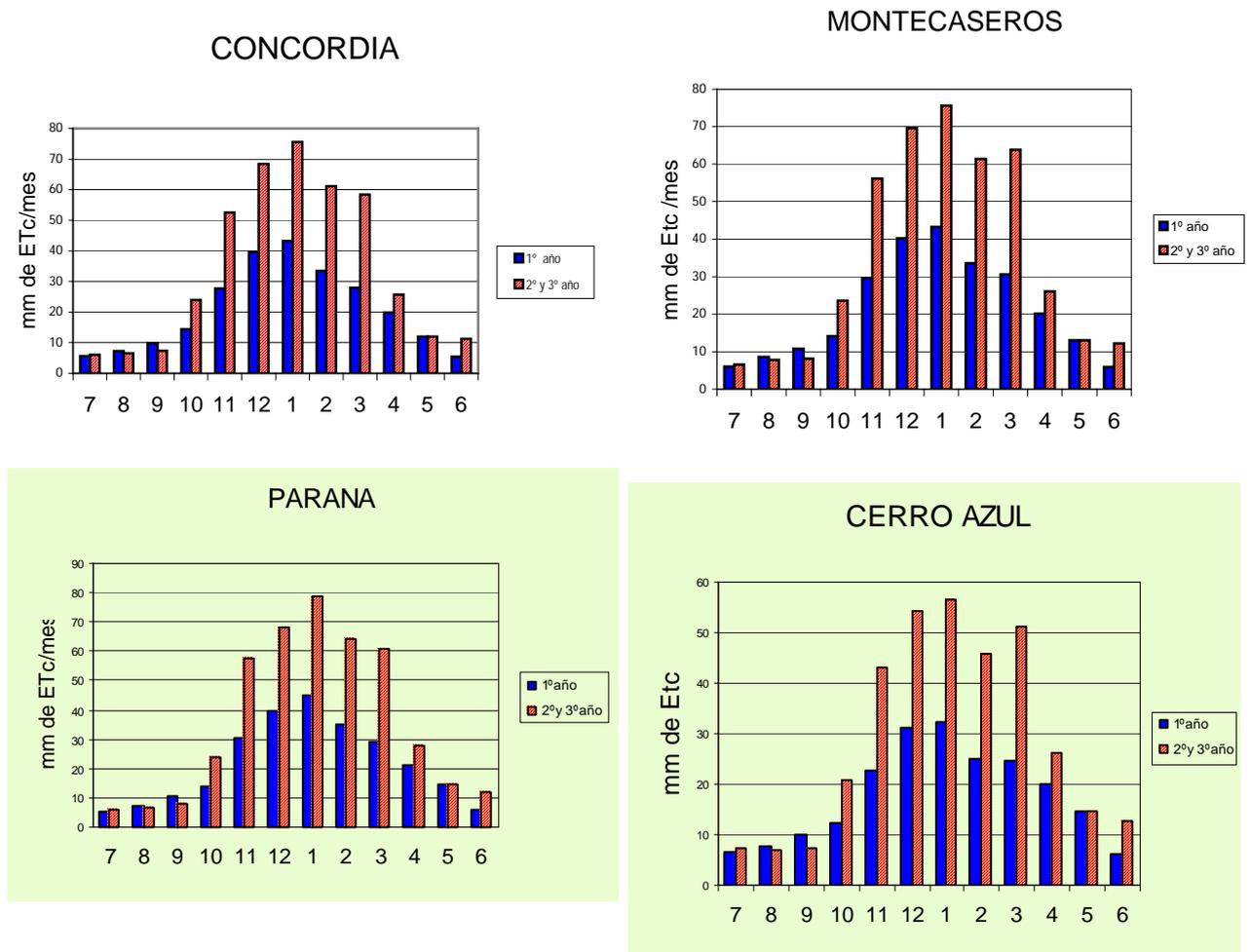


Figura 3. Marcha anual de la Etc de las cuatro localidades mesopotámicas

Se observa que para las localidades ubicadas sobre la margen derecha del Río Uruguay (Concordia y Monte Caseros), con similitud en las condiciones edáficas, los valores anuales de ET_0 acusan pequeñas diferencias, en tanto que la localidad de Cerro Azul presentó los menores valores de ET_0 , lo que podría justificarse por ser también menores las temperaturas medias mensuales y las velocidades del viento, sin dejar de considerar que es la localidad ubicada a mayor altura sobre el nivel del mar.

CONCLUSIONES

- Siendo que las variaciones porcentuales en los datos obtenidos es mayor para los meses de verano se recomienda tener especial cuidado al momento de la planificación del riego para dicho período basándose en los métodos de estimación de ET_0 . Podría recomendarse calcular por todos ellos y trabajar con el promedio de los valores obtenidos.
- Entre los valores anuales de Etc de 3 de las localidades, tanto para el primer año como los dos siguientes, la diferencia no excede del 5%, en tanto los de Cerro Azul son marcadamente inferiores. Justamente los parámetros climáticos de esta localidad son bastante diferentes de los de la localidad de origen de estimación de los Kc (Gainesville, Florida, Estados Unidos de Norteamérica), situación que no ocurre con las otras localidades estudiadas.
- Se concluye que las tres fórmulas utilizadas se adaptarían convenientemente, en principio, a la Estimación de Etc de arándanos en la zona mesopotámica, siendo necesario contrastar los datos estimados con datos experimentales para determinar cuál es la más exacta.
- Asimismo, se considerará a éste como trabajo inicial tendiente a fijar metodología, y con el proyecto de continuar utilizando las mismas ecuaciones, y comparando con valores experimentales para otras localidades del país donde se cultiva el arándano.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R. et al.** (1998) *Crop Evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements.* Irrigation and Drainage. Paper 56. FAO. Roma.
- de la Colina, J. M.** *Producción de Arándano en la Argentina.*
<http://www.monografias.com/trabajos16/produccion-arandanos/produccion-arandanos.shtml>
- Doorembos, J. y W. Pruitt** (1976) *Las necesidades de agua de los cultivos.* Riego y Drenaje N° 24. FAO. Roma
- Godoy Carlos.** *El cultivo de Arándano. Plantación y Manejo.* Unidad Integrada Balcarce INTA EEA-FCA UNMdP. Artículos de Divulgación Técnica.
<http://inta.gov.ar/balcarce/sitemap.htm>
- Haman D.Z., A.G. Smajstrla, R.T. Pritchard, F.S. Zazueta, P.M. Lyrene.** (1997) *Evapotranspiration and Crop Coefficients for Young Blueberries in Florida.* Applied Engineering in Agriculture - ASAE . Vol. 13(2):209-216
- INTA.** Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUDARG. 85/019 Centro de Investigaciones de Recursos Naturales *Atlas de Suelos de la República Argentina.* Escala 1:50.000 y 1:1.000.000. 1990. Tomo I: 731 pag. Tomo II: 677 pag.

León, A. *Producción, Importación, Exportación, Comercialización y Distribución de Productos y Especialidades Frutihortícolas.*

<http://www.agroconnection.com.ar/secciones/fruticultura/S004A00012.htm>

Valores climáticos de Gainesville, Florida, Estados Unidos de Norteamérica.

<http://espanol.weather.com/weather/climatology/USFL0163>

Zavaleta, V. *Fruto poco conocido, el arándano (alimentos).* Programa de Nutrición y Medio Ambiente. <http://www.williams-cuernavaca.edu.mx/espanol/02-03/06.pdf>