

## Estimación de la evapotranspiración potencial y su relación con variables fenológicas de la variedad de maíz S<sub>5</sub> en el ciclo 2007

Gricel García<sup>1</sup>  
Pedro Monasterio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pasante. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana, UNEFA. Núcleo Yaracuy

<sup>2</sup> Investigador. INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Yaracuy  
Correo electrónico: gricel.garcia@gmail.com; pmonasterio@inia.gob.ve

La evaporación en superficies húmedas y cuerpos de agua y la evapotranspiración (la transpiración que ocurre a partir de la vegetación natural de los cultivos sumado con el valor de evaporación) son los componentes más importantes y complejos de cuantificar y evaluar en el balance hídrico.

Al momento de seleccionar una ecuación para estimar la evapotranspiración en una zona en particular, se deben considerar los distintos procedimientos disponibles. En los actuales momentos existe una gran cantidad de fórmulas que permiten estimar la evapotranspiración como la de Turc, Blaney-Criddle, Thornthwaite, Hargreaves, Doo-renbos-Pruitt, Jensen-Haise, entre otros.

El objetivo de este trabajo fue el de comparar tres fórmulas empíricas (Hargreaves, Thornthwaite y Blaney-Criddle) y relacionarlo con las variables fenológicas de la variedad S<sub>5</sub> del cultivo de maíz amarillo del ciclo 2007 a través de un balance hídrico y estimar su aplicabilidad a la zona del Rodeo de la Estación Local Yaritagua del INIA Yaracuy.

### Importancia del agua en el cultivo de maíz y la fenología

Alfonso (2000), señala que el maíz es una planta con unas necesidades hídricas importantes durante todo su período vegetativo, estimados en 250 litros por cada kilogramo de materia seca producida, pero hay determinados momentos en los que la falta de humedad afecta la producción. Así mismo, indica las siguientes fases de exigencias del cultivo de maíz:

**Desde la germinación al estado de 5 ó 6 hojas:** la planta supera las fases de plántula y aun cuando el sistema radical está desarrollado, es susceptible a daños mecánicos, las necesidades de agua son bastante bajas durante esta etapa.

**Desde el estado de 5 ó 6 hojas al estado de 8 ó 10 hojas:** la consistencia de la parte aérea aumenta, se alargan los nudos y entrenudos y las necesidades de agua aumentan progresivamente.

**Del estado de 8 ó 10 hojas hasta la floración:** el ápice vegetativo tiene transformaciones que pueden afectar el rendimiento. En dos o tres días el ápice se transforma y algún tiempo después se forma el penacho o barba, en ese momento el crecimiento radical y aéreo es muy rápido. La mazorca se forma 8 ó 10 días después del penacho. La flor masculina y la mazorca en donde se forma el polen y los óvulos respectivamente se unen formando la fase de polinización - fecundación que origina el grano, por ello este período es el más crítico del ciclo del maíz; si falta agua en los días anteriores a la salida del penacho, el rendimiento se reduce.

**Desde la salida del polen a la fecundación:** la fecundación comienza unos días después de la aparición del penacho y puede durar hasta una semana o menos, es necesario que los estigmas tengan suficiente humedad y una temperatura no muy elevada.

**Desde la fecundación a la recolección:** se distinguen aquí tres fases, en la primera el grano se llena de agua (ampolla); la segunda cuando la planta lo llena con sustancias de reserva (grano pastoso o jojoto) y la tercera al empezar a madurar (grano maduro o seco). Si en la primera de éstas fases falta el agua, la producción baja considerablemente.

### Generalidades de la evapotranspiración

Villagarcía y Were (2002), definen la evapotranspiración como resultado del proceso por el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso y a través de las plantas, vuelve a la atmósfera en forma de vapor. El término sólo es aplicable correctamente

a una determinada área de terreno cubierta por vegetación (ante la ausencia de vegetación, sólo se puede hablar de evaporación).

### Métodos para determinar la evapotranspiración y descripción general del plan de trabajo

Los métodos involucran el empleo de ecuaciones empíricas, que requieren de información climatológica fácil de conseguir y, por lo tanto, tienen gran utilidad en la planeación agrícola. Para llevar a cabo la experiencia se utilizaron los siguientes datos para el cálculo de la evapotranspiración:

- Fórmulas empíricas de Hargreaves, Thornthwaite, Blaney-Criddle.
- Datos climáticos promedios de la estación local del INIA Yaritagua (temperatura, radiación solar, número de horas luz, humedad relativa).
- Datos biométricos del año 2007 de la variedad S<sub>5</sub> del cultivo de maíz.

Con esta ecuación se calcula un índice de calor anual a partir de las siguientes expresiones:

$$i = (t/5)^{1.514}; E = 1.6 (10 \cdot T/I)^a \text{ y } K = N/12 \cdot D/30 \cdot D$$

### Fórmula de Thornthwaite

Estima la evapotranspiración potencial a partir de la media mensual de las temperaturas, medias diarias del aire, con el que se calcula un índice de calor anual.  $i = (t/5)^{1.514}$ , esta fórmula permitió obtener un valor para el índice de calor anual (I), siendo la suma de los doce índices mensuales del año considerado. Para meses teóricos de 30 días, con 12 horas diarias de sol, se formula la siguiente expresión:  $\varepsilon = 16(10 t/I)^a$ , donde  $\varepsilon$  = evapotranspiración potencial media en milímetros/día,  $t$  = temperatura media diaria del mes en °C e  $I$  = índice de calor anual.

$$(I = \sum i). a = 675 \cdot 10^{-9} I^3 - 771 \cdot 10^{-7} I^2 + 1972 \cdot 10^{-5} I + 0,49239$$

Posterior a este cálculo se procede a corregir esta fórmula mediante la duración real del día en horas

y los días del mes, obteniendo de esta forma, la evapotranspiración potencial ajustada.

$$ETP = K \cdot \varepsilon \text{ y } K = N/12 \cdot d/30 \cdot d$$

ETP = evapotranspiración potencial (milímetros/mes)

N = número máximo de horas de sol, según la latitud (Tabla 1)

d = número del días del mes;  $\varepsilon$  = valor obtenido de la fórmula

$$\varepsilon = 16(10 t/I)^a$$

Se calcula el valor de K y luego ETP.

### Fórmula de Blaney-Criddle.

Para aplicar este método, se utilizaron datos de la temperatura media en °C y un porcentaje diario de horas luz del mes. (Tabla 2)

$$ETO = p (0,46(\text{temperatura media} + 8,13))$$

$$ETR = ETO \cdot Kc$$

ETO: evapotranspiración potencial es el máximo de evapotranspiración que depende únicamente del clima, no hay ninguna restricción de agua en el suelo.

ETR: es la cantidad real de agua que la planta necesita para cumplir con la demanda evapotranspiratoria del ambiente en un momento de su ciclo de desarrollo y que pasa a través de ella. Depende de la cantidad y disponibilidad de agua y su diferencia con la ETO consiste en que no incluye la cantidad de agua evaporada por el ambiente donde se estableció la planta.

Kc: el coeficiente de cultivo (Kc) describe las variaciones en la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que estas se van desarrollando, desde la siembra hasta la recolección. Para la determinación del Kc de los cultivos leñosos y herbáceos se han utilizado los métodos descritos en los manuales FAO 24 y FAO 56 respectivamente.

El coeficiente K, se utilizó según el tipo de vegetación y el mes del ciclo vegetativo. (Tabla 2).

**Tabla 1. Valor N del método de Thornthwaite. Coeficiente para corrección de la ETP debido a la duración de la luz solar, para un determinado mes y latitud.**

Lat. N	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
27	0,92	0,88	1,03	1,07	1,16	1,15	1,18	1,13	1,02	0,99	0,9	0,9
28	0,91	0,88	1,03	1,07	1,16	1,16	1,18	1,13	1,02	0,98	0,9	0,9
29	0,91	0,87	1,03	1,07	1,17	1,16	1,19	1,13	1,03	0,98	0,9	0,89
30	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
35	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
36	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84
37	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83
38	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83
39	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
41	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,8
42	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
43	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	0,95	0,81	0,77
44	0,81	0,82	1,02	1,13	1,27	1,29	1,30	1,20	1,04	0,95	0,8	0,76

<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/evapotranspiraciones/metodosevapotranspiraciones.pdf>

**Tabla 2. Coeficiente de corrección K para aplicación de la fórmula de Blaney-Criddle según tipo de vegetación y mes de período vegetativo.**

Vegetación	Lugar	Mes											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Agrios	Andalucía y Levante			0,41	0,30	0,44	0,43	0,44	0,41	0,41	0,64	0,41	
	Arizona			0,57	0,60	0,60	0,64	0,64	0,68	0,68	0,63	0,62	
	California litoral				0,40	0,42	0,52	0,55	0,55	0,55	0,50	0,45	
Alfalfa	Andalucía y Levante			0,41	0,70	0,64	0,67	0,74	0,67	0,64	0,40	0,41	
	California litoral			0,60	0,65	0,70	0,80	0,85	0,85	0,80	0,70	0,60	
	California interior			0,65	0,70	0,80	0,90	1,10	1,00	0,85	0,80	0,70	
	Dakota del Norte				0,84	0,89	1,00	0,86	0,78	0,72			
Algodón	Utah				0,88	1,15	1,24	0,97	0,87	0,81			
	Andalucía y Levante			0,12	0,38	0,50	0,50	0,60	0,65	0,30	0,30		
	Arizona				0,27	0,30	0,49	0,86	1,04	1,03	0,81		
Arroz	Texas			0,24	0,22	0,61	0,42	0,50					
	Andalucía y Levante				0,32	1,34	1,42	1,40	1,44	0,51			
Cebolla tardía	Andalucía y Levante			0,28	0,45	0,30	0,31	0,28					
Cebolla temprana	Andalucía y Levante			0,28	0,45	0,30							
Cereal grano pequeño	Dakota del Norte				0,19	0,55	1,13	0,77	0,30				
Frutales de pepita	Andalucía y Levante			0,14	0,45	0,49	0,74	0,71	0,55	0,43	0,36		
Hortalizas	Andalucía y Levante	0,20	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60	0,70	0,60	0,50	0,20	0,20
	Andalucía y Levante					0,12	0,20	0,38	0,42	0,26	0,10		
Maíz de ciclo largo	Dakota del Norte					0,47	0,63	0,78	0,79	0,70			
	Andalucía y Levante						0,12	0,38	0,42	0,26	0,10		
	California					0,84	0,84	0,77	0,82	1,09	0,70		
Patata	Dakota del Norte				0,45	0,74	0,87	0,75	0,54				
	Dakota del Sur				0,69	0,60	0,80	0,89	0,39				
Patata tardía	Andalucía y Levante					0,40	0,65	0,70	0,75	0,30			
Patata temprana	Andalucía y Levante			0,55	0,72	0,23	0,62						
Remolacha azucarera	Andalucía y Levante			0,19	0,27	0,55	0,87	0,69	0,36	0,13	0,10	0,03	
	California litoral				0,39	0,38	0,36	0,37	0,35	0,38			
	California interior				0,30	0,60	0,36	0,96	0,91	0,41			
	Montana							0,83	1,03	1,02			
Sorgo	Arizona							0,34	0,72	0,97	0,62	0,60	
	Kansas				0,80			0,94	1,17	0,86	0,47		
	Texas				0,26			0,75	1,20	0,85	0,49		
Tomate tardío	Andalucía y Levante				0,32			0,41	0,71	0,67	0,81		
Tomate temprano	Andalucía y Levante			0,15	0,20	0,30	0,30						
Trébol	Andalucía y Levante			0,30	0,81	0,55	0,77	0,83	0,76	0,70	0,44		
Trigo	Texas			0,64	1,16	1,26	0,87						

Fuente: [http://www.miliarium.com/Proyectos/EstudiosHidrogeologicos/Anejos/Metodos\\_Determinacion\\_Evapotranspiracion/Metodos\\_Empiricos/MetodosEmpiricos.asp](http://www.miliarium.com/Proyectos/EstudiosHidrogeologicos/Anejos/Metodos_Determinacion_Evapotranspiracion/Metodos_Empiricos/MetodosEmpiricos.asp)

### Fórmula de Hargreaves (Hargreaves y Samani, 1985).

Para el método de Hargreaves solamente se necesitaron datos de temperaturas y de radiación solar ( $R_s$ ), donde la radiación solar incidente se evalúa a partir de la radiación solar extraterrestre  $R_o$  (Tabla 3).

$$ETO = 0.0135 (t_{med} + 17.78) R_s$$

ETO = evapotranspiración potencial diaria en milímetros/día, donde  $t_{med}$  = temperatura media °C

$R_s$  = radiación solar incidente, convertida en milímetros/día.

$$R_s = R_o * K_T (T_{max} - T_{min})$$

$R_o$  = Radiación solar extraterrestre (Tabla 3); en función de la latitud y del mes correspondiente. Los valores se encuentran expresados en milijulios/metros/día. Estos se deben multiplicar por 0.408 para transformar los valores a milímetros/día.

$K_T$  = coeficiente (Adimensional)

$T_{max}$  = temperatura diaria máxima (°C)

$T_{min}$  = temperatura diaria mínima (°C).

$K_T$  es un coeficiente empírico, su valor para regiones de interiores es de 0.162 y 0.19 para zonas costeras. En este trabajo se usó el valor de 0.162 por la cercanía del municipio Peña a la zona costera. Con el valor de constante  $K_T$  de 0.162 (promedio para el estado Yaracuy), se obtiene el valor de  $R_s$ . Al obtener todos los valores se calcula la ETO.

**Tabla 3. Radiación solar extraterrestre en MJ m-2 d-1 , para el cálculo de "Ro".**

Lat. Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
70	0.0	2.6	10.4	23.0	35.2	42.5	39.4	28.0	14.9	4.9	0.1	0.0
68	0.1	3.7	11.7	23.9	35.3	42.0	38.9	28.6	16.1	6.0	0.7	0.0
66	0.6	4.8	12.9	24.8	35.6	41.4	38.8	29.3	17.3	7.2	1.5	0.1
64	1.4	5.9	14.1	25.8	35.9	41.2	38.8	30.0	18.4	8.5	2.4	0.6
62	2.3	7.1	15.4	26.6	36.3	41.2	39.0	30.6	19.5	9.7	3.4	1.3
60	3.3	8.3	16.6	27.5	36.6	41.2	39.2	31.3	20.6	10.9	4.4	2.2
58	4.3	9.6	17.7	28.4	37.0	41.3	39.4	32.0	21.7	12.1	5.5	3.1
56	5.4	10.8	18.9	29.2	37.4	41.4	39.6	32.6	22.7	13.3	6.7	4.2
54	6.5	12.0	20.0	30.0	37.8	41.5	39.8	33.2	23.7	14.5	7.8	5.2
52	7.7	13.2	21.1	30.8	38.2	41.6	40.1	33.8	24.7	15.7	9.0	6.4
50	8.9	14.4	22.2	31.5	38.5	41.7	40.2	34.4	25.7	16.9	10.2	7.5
48	10.1	15.7	23.3	32.2	38.8	41.8	40.4	34.9	26.6	18.1	11.4	8.7
46	11.3	16.9	24.3	32.9	39.1	41.9	40.6	35.4	27.5	19.2	12.6	9.9
44	12.5	18.0	25.3	33.5	39.3	41.9	40.7	35.9	28.4	20.3	13.9	11.1
42	13.8	19.2	26.3	34.1	39.5	41.9	40.8	36.3	29.2	21.4	15.1	12.4
40	15.0	20.4	27.2	34.7	39.7	41.9	40.8	36.7	30.0	22.5	16.3	13.6
38	13.2	21.5	28.1	35.2	39.9	41.8	40.8	37.0	30.7	23.6	17.5	14.8
36	17.5	22.6	29.0	35.7	40.0	41.7	40.8	37.4	31.5	24.6	18.7	16.1
34	18.7	23.7	29.9	36.1	40.0	41.6	40.8	37.6	32.1	25.6	19.9	17.3
32	19.9	24.8	30.7	36.5	40.0	41.4	40.7	37.9	32.8	26.6	21.1	18.5
30	21.1	25.8	31.4	36.8	40.0	41.2	40.6	38.0	33.4	27.6	22.2	19.8
28	22.3	26.8	32.2	37.1	40.0	40.9	40.4	38.2	33.9	28.5	23.3	21.0
26	23.4	27.8	32.8	37.4	39.9	40.6	40.2	38.3	34.5	29.3	24.5	22.2
24	24.6	28.8	33.5	37.6	39.7	40.3	39.9	38.3	34.9	30.2	25.5	23.3
22	25.7	29.7	34.1	37.8	39.5	40.0	39.6	38.4	35.4	31.0	26.6	24.5
20	26.8	30.6	34.7	37.9	39.3	39.5	39.3	38.3	35.8	31.8	27.7	25.6
18	27.9	31.5	35.2	38.0	39.0	39.1	38.9	38.2	36.1	32.5	28.7	26.8
16	28.9	32.3	35.7	38.1	38.7	38.6	38.5	38.1	36.4	33.2	29.6	27.9
14	29.9	33.1	36.1	38.1	38.4	38.1	38.1	38.0	36.7	33.9	30.6	28.9
12	30.9	33.8	36.5	38.0	38.0	37.6	37.6	37.8	36.9	34.5	31.5	30.0
10	31.9	34.5	36.9	37.9	37.6	37.0	37.1	37.5	37.1	35.1	32.4	31.0
8	32.8	35.2	37.2	37.8	37.1	36.3	36.5	37.2	37.2	35.6	33.3	32.0
6	33.7	35.8	37.4	37.6	36.6	35.7	35.9	36.9	37.3	36.1	34.1	32.9
4	34.6	36.4	37.6	37.4	36.0	35.0	35.3	36.5	37.3	36.6	34.9	33.9
2	35.4	37.0	37.8	37.1	35.4	34.2	34.6	36.1	37.3	37.0	35.6	34.8
0	36.2	37.5	37.9	36.8	34.8	33.4	33.9	35.7	37.2	37.4	36.3	35.6

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e0j.htm#annex2>. meteorological tables.

### Consideraciones en la relación de los métodos

Del registro de datos por los métodos mostrados en el Cuadro 1, se puede observar que según el método de Thornthwaite hubo una mayor evapotranspiración o demanda hídrica del cultivo en el mes de septiembre y una menor demanda de agua en el mes de agosto. Los métodos de Blaney-Criddle y Harvergrades reflejaron un comportamiento semejante y acorde a los registrados por medio de otros métodos de referencia, como el de la tina (evaluado en otras experiencias).

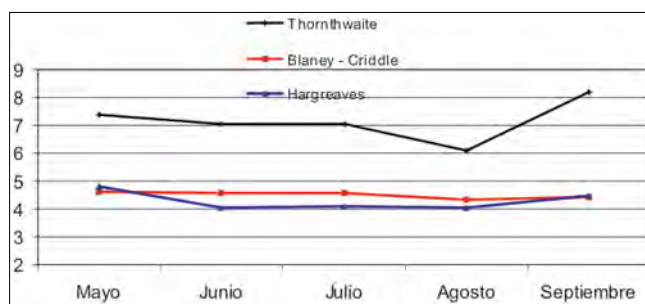
En la Figura 1, se observa el cálculo de la ETP por los tres métodos empíricos planteados. El método de Thornthwaite generó los valores más altos (lo que sugiere una sobreestimación de los requerimientos hídricos del cultivo). Por otra parte, los métodos de Blaney-Criddle y Hargreaves mantienen los valores similares y compatibles con la experiencia observable en campo.

Se realizó el balance hídrico (Cuadro 2), a partir de datos de ETP obtenidos por el método de Hargreaves. En este ejemplo, se evidencia que la ETP fue menor a los requerimientos hídricos del cultivo en las dos últimas semanas de mayo y en el mes de junio. Durante el mes de julio (las dos primeras semanas), la precipitación alcanzó a cubrir la demanda hídrica y el suelo almacenó agua, lo que permitió subsanar las necesidades hídricas de la octava semana del ciclo. En el resto de las semanas no se cubrió la demanda hídrica. En la fase de floración (etapa crítica del desarrollo del cultivo) hubo un déficit hídrico,

aunque se considera que los requerimientos para el llenado del grano fueron satisfechos, por la disponibilidad de agua de lluvia durante la semana antes de floración. A pesar de la poca disponibilidad hídrica que tuvo el cultivo en su etapa más crítica, no fue severamente afectado ya que se obtuvo un rendimiento de 2.116 Kilogramos/hectárea.

**Cuadro 1. Registros de ETP en milímetros/día, calculados por los métodos empíricos en el ciclo vegetativo del maíz mayo-septiembre, en el campo experimental del INIA Yaracuy en el Rodeo, municipio Peña.**

Mes de ciclo de cultivo/ Método (milímetros/días)	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Thornthwaite	7,36	7,07	7,04	6,08	8,18
Blaney-Criddle	4,6	4,56	4,55	4,35	4,42
Hargreaves	4,83	4,06	4,08	4,05	4,46



**Figura 1. Valores de ETP por métodos empíricos del campo experimental del INIA Yaracuy en el Rodeo, municipio Peña. Año 2007.**

**Cuadro 2. Balance hídrico secuencial con ETP mensual según el método de Hargreaves, en el área del Rodeo. Ciclo de desarrollo del maíz cultivado en la estación local Yaritagua del INIA Yaracuy.**

Mes	Mayo		Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P - 2007	16,8	31,5	36,8	30,8	5,9	21,6	44,6	53,1	2,2	24,7	0,6	23,3	31,3	26,8	8,3	17,8	6,6	2,1
ETP - 2007	39	43	29,4	36,2	25,4	29,2	24,5	37,4	31,4	31,8	32	30,2	26,7	37,2	23	36,4	34,6	43,9
P - ETP	-22	-12	7,4	-5,4	-20	-7,6	20,1	15,7	-29	-7,1	-31	-6,9	4,6	-10	-15	-19	-28	-42
ETR	16,8	31,5	29,4	36,2	7,9	21,6	24,5	37,4	17,7	24,7	0,6	23,2	26,7	26,8	8,3	17,8	6,6	2,1
Almacenamiento.	0	0	7,4	2	0	0	15,5	15,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déficit	22,2	11,5	0	0	17,9	7,6	0	0	13,7	7,1	31,4	6,9	0	5,9	14,7	18,6	28	42
Excedentes	0	0	0	0	0	0	4,6	15,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Etapa vegetativa
 
 Floración-Polinización
 
 Llenado de grano-jojoto
 
 Seco - Cosecha

En ambos casos, los métodos de Blaney-Criddle y Hargreaves, permitieron calcular la ETR y ETP adecuadamente.

### Consideraciones finales

Aplicando las ecuaciones de Blaney-Criddle o de Hargreaves, los resultados fueron satisfactorios. Dichos métodos, cuentan con la ventaja que sólo requieren para su aplicación datos climáticos como la temperatura del aire (información que se encuentra disponible en cualquier estación meteorológica del país). La fórmula de Hargreaves se recomienda (adicionalmente) por su facilidad de cálculo.

La ecuación de Thornthwaite no es apropiada para el cálculo de la evapotranspiración, pues arrojó los valores de la ETP más altos, lo que sugiere que esta metodología tiende a sobreestimar los requerimientos de humedad del cultivo.

### Bibliografía consultada

Allen, R., L. Pereira y D. Raes. 1998.- Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage p 56.

Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm#Contents>.

Alfonso, A. 2000. Necesidades de agua en el cultivo de maíz. Disponible en: [www.inea.uva.es/web/materiales/web/riego/anuncios/trabajos/Necesidades%20de%20agua%20en%20el%20maíz.pdf](http://www.inea.uva.es/web/materiales/web/riego/anuncios/trabajos/Necesidades%20de%20agua%20en%20el%20maíz.pdf)-

Grassi, C. 1988. Fundamentos del Riego. Mérida, Venezuela. Serie Riego y Drenaje RD-38

López J. 1996. "Comparación de dos métodos para el cálculo de ETO en Venezuela" disponible en: [www.pegasus.ucla.edu.ve/BIOAGRO/Rev17\(1\)/6.%20Comparación%20de%20dos%20métodos.pdf](http://www.pegasus.ucla.edu.ve/BIOAGRO/Rev17(1)/6.%20Comparación%20de%20dos%20métodos.pdf) –

Were A., L. Villagarcía y F. Domingo. 2002 "¿Cómo se puede medir y estimar la evapotranspiración?" Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=287985>

Villaman R., L. Tijerina, A. Quevedo y G. Crespo. 1999. Comparación de algunos métodos micrometeorológicos para estimar la evapotranspiración en el Área de Montecillo, México. Disponible en: <http://webpages.ull.es/users/fjferre/Bibliog/Biblio/Comparacion%20metodo%20evapotrans.pdf>

