

UNIVERSIDAD DEL ZULIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CÁTEDRA: FRUTICULTURA
PROFESORES: M.Sc. TIBISAY URDANETA
Y M.Sc. LARRY LUGO¹

TEMA: PRÁCTICAS CULTURALES EN FRUTALES
EJERCICIOS

Se estima que para el año 2025, 1.2 millardos de personas no tendrán acceso al agua potable. La sobreexplotación y el uso ineficiente de los acuíferos, han provocado la salinización y agotamiento de de las reservas hídricas en buena parte de las zonas productivas de la Planicie de Maracaibo. Este hecho impone la urgente necesidad de dotar al estudiante de fruticultura de herramientas para el cálculo de las necesidades hídricas de los frutales, así como para la toma de decisiones en la administración de los sistemas de riego.

1. Determinación de las necesidades hídricas de los cultivos frutícolas.

La Evapotranspiración de un cultivo (ET_c) se puede estimar por medio de la fórmula

$$ET_c = ET_o \cdot K_c \quad (\text{Ec.1})$$

Donde,

ET_o = Evapotranspiración de referencia y
K_c = Coeficiente de desarrollo de cultivo

El método FAO Penman-Monteith discutido en clase, es sin duda, el de mayor aceptación para el cálculo de ET_o, dada su precisión. Sin embargo, la carencia de datos climatológicos sobre radiación solar, temperatura y humedad del aire, y velocidad del viento, imprescindibles para aplicar el citado método, impide en muchas regiones, tanto a nivel científico como del productor, llevar a cabo cálculos precisos de este parámetro.

Una alternativa aceptable, debido a su relativa precisión y facilidad de cálculo, es la aplicación de la ecuación de Hargreaves

$$ET_o = 0.0023(T_{media} + 17.8)(T_{max} - T_{min})^{0.5} R_a \quad (\text{Ec. 2})$$

basada en las temperaturas media (T_{media}), máxima (T_{max}), mínima (T_{min}) y la radiación extraterrestre diaria en el tope de la atmósfera (R_a). Este último parámetro se puede obtener a partir de la Tabla 1 (nótese la ecuación inserta), para diferentes latitudes, meses del año y los hemisferios Norte y Sur. R_a es una función de la latitud, fecha y momento del día, y su variación se puede ejemplifica en la Fig. 1. Tanto ET_o como R_a se expresan en mm día⁻¹.

¹ Autor. Prof. Agregado a dedicación Exclusiva y Responsable de la Asignatura. Para más información escribir a: fruticcontacto@hotmail.com, lugolarry@yahoo.com. Última actualización: Marzo 2002.

La ecuación de Hargreaves tiende a subestimar ET_o cuando la velocidad del viento es $> 3 \text{ m s}^{-1}$, y a sobrestimarla cuando la humedad relativa es alta. Por ello es deseable un ajuste a través de métodos de regresión, sobre una base mensual o anual, en cada nuevo emplazamiento comparando la ET_o obtenida a partir de la Ec. 2 con la ecuación FAO Penman-Monteith, por medio de

$$ET_o = a + b \cdot ET_o \text{ (Ec. 2)} \quad \text{(Ec. 3)}$$

donde,

a y b son los regresores.

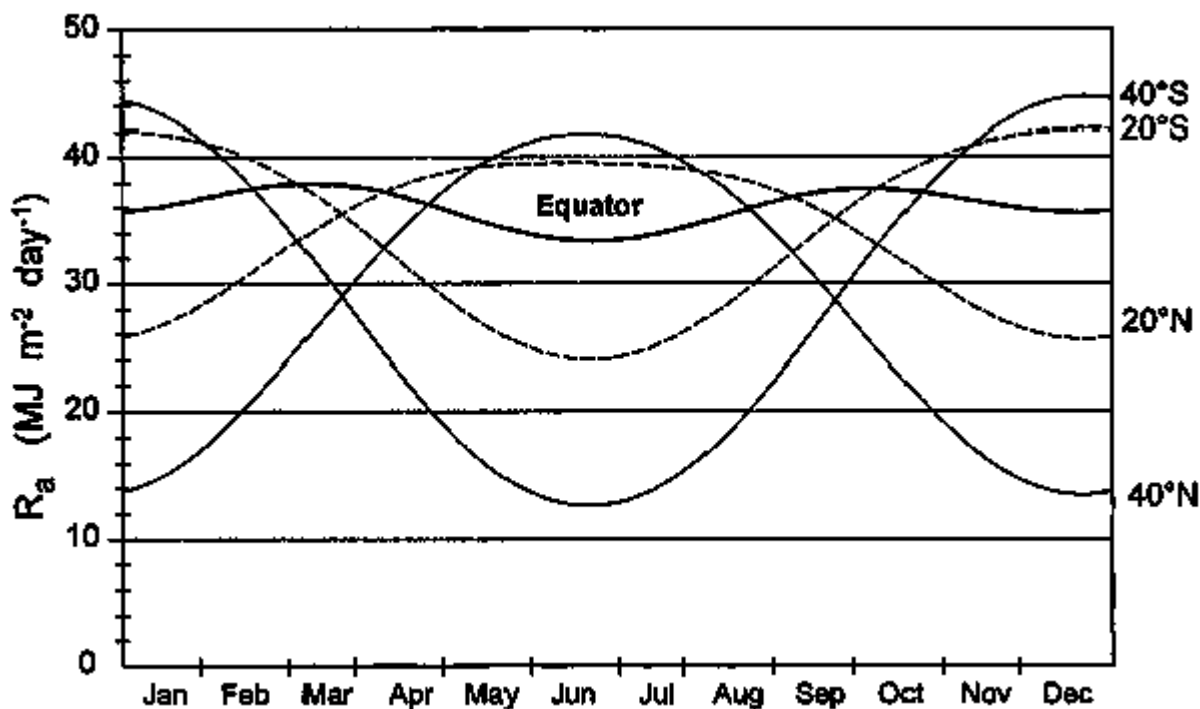


Figura 1. Variación anual de la radiación extraterrestre (R_a) en el Ecuador, y a 20 y 40° de latitud Norte y Sur.

EJERCICIO 1

A partir de los datos de la tabla siguiente, obtenidos mediante una estación meteorológica ubicada en el sector semiárido de la Planicie de Maracaibo y la Tabla 1, calcule la ET_o diaria aplicando la Ec. 2.

Año	Mes	Día	T_{\min}	T_{\max}	T_{media}
2000	Octubre	04	28.2	36.6	
2001	Enero	04	23.2	32.5	
2001	Junio	01	25.4	39.2	
2001	Julio	03	28.6	33.1	
2002	Marzo	08	30.8	32.2	

Una vez calculada ETo, se debe proseguir con el coeficiente de desarrollo del cultivo (Kc). En los últimos años ha cobrado fuerza la relación entre el % de sombreado y el Índice de Área Foliar, con el Kc, mediante ecuaciones como

$$Kc = \frac{Ps}{100} + 0.15 \cdot \left(1 - \frac{Ps}{100}\right)$$

o también

$$Kc = 0.3 + IAFx \frac{(ti)^2}{tc} \cdot \left(1 - \frac{ti}{tc}\right)$$

donde

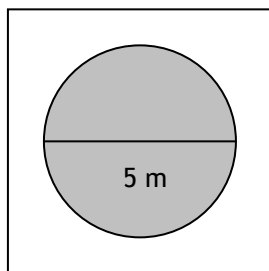
Ps = % de sombreado que se obtiene a partir de la relación entre la proyección de la sombra de la copa en el cenit sobre su área de influencia.

IAFx = Índice de Área Foliar Máximo del Cultivo.

ti = tiempo medido dentro de la vida útil del cultivo, $0 \leq ti \leq tc$.

tc = tiempo de ciclo del cultivo o tiempo entre podas sucesivas.

El % de sombreado se calcula



7 m

7 m

$$Ps = \frac{\pi (D^2/4) 100}{7 \times 7} = \frac{3.14 (5^2/4)}{49} = \frac{19.63}{49} = 0,40 \cdot 100 = 40\%$$

Otras aproximaciones son posibles a partir del ajuste de ecuaciones empíricas generadas a partir de la relación edad-% de sombra.

EJERCICIO 2

Calcule, a partir de los siguientes valores de edad y diámetro de copa en níspero, el % de sombreado. Luego, con estos datos ajuste una ecuación de regresión entre dichas variables, con el objeto de predecir el diámetro de la copa y el % de sombreado en función de la edad. Marco de plantación: 12 x 12 m. Cultivar: Santiago.

Edad (años)	Diámetro (m)	% de sombreado
1	0.6	
2	0.89	
3	1.34	
4	1,53	
5	2,0	
6	3.79	
7	5.47	
8	7.94	
9	9.51	
10	9.90	
11	10.0	
12	10.3	

EJERCICIO 3

Aplique el método de Cate-Nelson para calcular el nivel crítico de nitrógeno (N), utilizando los datos siguientes, obtenidos en un cultivo de lima 'Tahití' en la Planicie de Maracaibo:

Nº Registro	Concentración foliar de N (%)	Rendimiento anual (t ha ⁻¹)
1	3.27	18.2
2	3.21	16.23
3	3.45	16.34
4	2.92	14.81
5	2.1	12.00
6	1.90	10.20
7	2.1	9.09
8	1.67	8.32
9	1.83	6.28
10	2.49	6.79
11	2.21	4.33
12	2.48	4.12
13	1.82	19.00
14	2.1	17.75
15	3.43	7.79
16	3.62	6.07

n = 10 árboles.

Edad = 7 a 10 años.

