

# CÁLCULO DE LÁMINA DE RIEGO Y MONITOREO DE HUMEDAD EN SUELO PARA EL CULTIVO DE AGUACATE

**Brambila Michel, Ángel Efraín**

Netafim México

## Resumen

En este artículo se presentan los parámetros a tomar en cuenta para el diseño agronómico de un sistema de riego presurizado (goteo y microaspersión) en aguacate, desde el cálculo de lámina de riego, pasando por la toma de datos climatológicos de las diferentes zonas agroecológicas de México, hasta las características agronómicas del cultivo, como la profundidad del sistema radical y las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Finalmente se indican los diferentes equipos de monitoreo de humedad y la interpretación de los datos obtenidos de estos, para una correcta toma de decisiones al momento de programar los riegos.

**Palabras clave:** Uso de agua, Sistema de riego, Evapotranspiración.

## IRRIGATION LEVEL CALCULATION AND MONITORING SOIL MOISTURE FOR THE AVOCADO CROP

### Abstract

This paper presents the parameters to be considered for the agronomic design of a pressurized irrigation system (drip and micro-sprinkler) in avocado, from the calculation of the irrigation level, passing through the collection of climatological data from the different agroecological zones of Mexico, up to the agronomic characteristics of the crop, such as the depth of the root system and the different phenological stages of the crop. Finally, the different moisture monitoring equipment and the interpretation of the data obtained from these are indicated, for a correct decision-making when time to schedule the irrigation.

**Key words:** Water use, Irrigation system, Evapotranspiration.

### Introducción

El manejo adecuado de los volúmenes de riego en cualquier cultivo requiere del conocimiento de las condiciones atmosféricas y agronómicas de las diferentes zonas en las que el cultivo se desarrolle, dado que la variabilidad de climas en nuestro país determina un consumo distinto de agua para un mismo cultivo (Herrera et al., 2014).

En México identificamos 5 principales zonas climatológicas (Figura 1):

- 1.- Cálido húmedo.
- 2.- Cálido subhúmedo.
- 3.- Seco.
- 4.- Muy Seco.
- 5.- Templado Subhúmedo.
- 6.- Templado húmedo.

Principales tipos de clima de México



Figura 1. Principales tipos de clima en México.

Destacan los climas templados subhúmedo donde se desarrolla el cultivo de aguacate y “berries”, principalmente en Michoacán y Jalisco, pero con gran adaptación en estados como Colima, Nayarit, Sinaloa, Guerrero, Puebla, Chiapas, etc. (Ruiz-Álvarez et al., 2012).

### Desarrollo del tema

Determinar la lámina de riego en aguacate, requiere el conocimiento de la evaporación mensual o diaria de la zona y el coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), que al multiplicar estos parámetros se obtiene este.

Al diseñar un sistema de riego, se toma el dato máximo de evaporación anual, que para nuestro país se encuentra entre los meses de abril y mayo, fluctuando entre 6 y 7 mm diarios en los meses indicados anteriormente.

El  $K_c$  del aguacate es de 0.75 y de las “berries” puede fluctuar entre 1 y 1.1, de lo anterior se estima que la lámina de riego para el diseño de un sistema de riego en aguacate puede ser de entre 4. y 5 mm de lámina diaria y en el caso de “berries” entre 6 mm diarias y en fresa de 4.5 mm en demanda máxima (Sanchez-Tienda et al., 1999).

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- 1.- Cálculo de la lámina de riego para el aguacate en diferentes zonas productoras del país.
- 2.- Monitoreo de humedad en suelo para el cultivo de aguacate.

En el Cuadro 1 se muestra la evaporación mensual, así como la densidad del cultivo en número de árboles por hectárea, al dividir el volumen de riego entre el número de árboles por hectárea, obtendremos los litros requeridos por árbol al día para el caso del aguacate en la zona de Ciudad Guzmán, Jalisco.

Cuadro 1. Parámetros para el cálculo de lámina de riego en aguacate en Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

MES	EVAPORACION DE REFERENCIA MES		EVAPORACION DE REFERENCIA DIA	COEFICIENTE DE CULTIVO	EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO
	ETO mm/mes	días /mes	ETO mm/día	Kc	ETC mm/día
ENE	101.5	31	3.3	0.75	2.5
FEB	128.7	28	4.6	0.75	3.4
MAR	187.4	31	6.0	0.75	4.5
ABR	204.7	30	6.8	0.75	5.1
MAY	197.6	31	6.4	0.75	4.8
JUN	136.5	30	4.6	0.75	3.4
JUL	110.7	31	3.6	0.75	2.7
AGS	107.3	31	3.5	0.75	2.6
SEP	102.5	30	3.4	0.75	2.6
OCT	112.2	31	3.6	0.75	2.7
NOV	104.1	30	3.5	0.75	2.6
DIC	89.1	31	2.9	0.75	2.2

MES	MARCO DE PLANTACION		PRECIPITACION MENSUAL	PRECIPITACION DIARIA	DEFICIT DIARIAO	MARCO DE PLANTACION	
	416.6 arboles 6X4 lts/planta/día	277.2 arboles 6X6 lts/planta/día	mm/mes	mm/día	mm/día	416.6 arboles 6X4	277.2 arboles 6X6
ENE	59	89	0	0	2.5	59	89
FEB	83	124	0	0	3.4	83	124
MAR	109	164	0	0	4.5	109	164
ABR	123	185	0	0	5.1	123	185
MAY	115	172	0	0	4.8	115	172
JUN	82	123	85.7	2.9	0.6	13	123
JUL	64	97	109.3	3.5	-0.8	-20	-31
AGS	62	94	116	3.7	-1.1	-28	-41
SEP	62	92	113.4	3.8	-1.2	-29	-44
OCT	65	98	53.1	1.7	1.0	24	36
NOV	62	94			2.6	62	94
DIC	52	78			2.2	52	78

La evaporación máxima anual se registra en abril con un acumulado de 204.7 mm = 6.8 mm diarios, multiplicados por un Kc de 0.75 = 5.11 mm de lámina diaria requerida = 51.10 m<sup>3</sup>/ ha = 51,100 L/ha, en una huerta con una densidad poblacional de 416 árboles (en un marco de plantación de 6x4), tenemos un consumo de 123 L por árbol/día (árbol adulto de más de 5 años en su demanda máxima).

Cabe hacer mención que el cálculo anterior, se refiere a la zona de Ciudad Guzmán, Jalisco, México, para el mes de mayor demanda y el mayor coeficiente de cultivo de 0.75 para fines de cálculo del diseño del sistema de riego.

Para huertas recién establecidas, se puede estimar por consumo de árbol al día (Cuadro 2), durante los primeros 3 años del cultivo (Vega et al., 2019).

Cuadro 2. Consumo de agua y lámina de riego en árboles jóvenes de aguacate.

<b>Años después de plantado</b>	<b>Litros por árbol al día</b>	<b>Lámina diaria (mm/día)</b>
1	4 a 8	0.33 a 0.62
2	30 a 50	1.25 a 2.1
3	80 a 100	3.3 a 4.0
4	100 a 150	4.0 a 5.5

En el caso del monitoreo de la humedad en el suelo, la recomendación es utilizar diferentes estaciones, según el tipo de textura presente en la unidad de producción, de esta forma, si contamos con suelos francos, arenosos y arcillosos, deberíamos colocar una estación de monitoreo por tipo de textura. Así mismo, tenemos que considerar la topografía del predio, colocando en los puntos elevados, puntos medios y puntos bajos, siempre que las texturas sean distintas, así como las edades y variedades del propio cultivo.

Para seleccionar la profundidad a la cual se colocarán el equipo de monitoreo es importante conocer el comportamiento radical del cultivo (Figura 2), en el caso del aguacate el 50 % de las raíces se encuentran en los primeros 20 centímetros de profundidad, 36 % entre los 20 y 40 cm de profundidad y finalmente el 9 % de los 40 a los 60 cm de profundidad.

De lo anterior se recomienda colocar un primer sensor a los 20 cm que nos indicará el número de riegos, por semana requeridos y el segundo sensor se podrá colocar a los 40 cm de profundidad, que nos indicará el volumen y tiempo de cada riego, es importante conocer la capacidad de campo de nuestro suelo, según la textura que se presenta en el sitio, para mantener este porcentaje de humedad de forma ideal.



Figura 2. Distribución de raíces de aguacate en el perfil del suelo.

Como ejemplo, tenemos un suelo franco con una capacidad de campo del 25 %, lo que nos indica que podemos hacer tres riegos por semana de 8 horas cada riego, para un aporte de 5 mm de lámina diaria (11.6 mm por riego), equivalente a 35 mm por semana, esto mostraría un porcentaje de humedad en los primeros 20 cm, que fluctuaría entre 35 y 24 % de humedad entre riego y riego, sin embargo la lectura del sensor colocado a 40 cm, registra un valor de humedad menor, que el instalado a los 20 cm, indicándonos que la humedad es aprovechable sólo para las raíces que se encuentran en el perfil de entre los primeros 20 a 40 cm, pudiendo observar entre 18 y 20 % de humedad para el sensor colocado a una mayor profundidad, como se muestra en la Figura 3, lo que evita la formación de enfermedades fungosas que pueden afectar el cultivo.

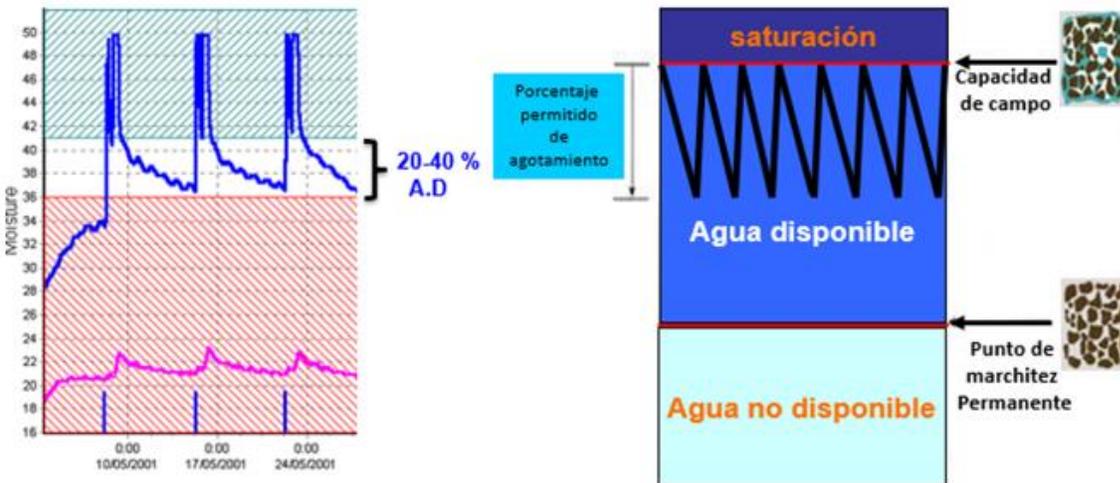


Figura 3. Seguimiento de humedad en el suelo.

Para el diseño de un sistema de riego, se considera la lámina horaria de acuerdo con la distancia que existe entre goteros, el número de mangueras por surco y el caudal de los goteros, como

ejemplo podemos considerar un marco de plantación de 6 metros entre líneas de árboles y 4 metros entre árboles con dos líneas de goteros por árbol y un espaciamiento entre goteros de 0.5 metros y un caudal por gotero de 2 litros por hora. Siendo goteros auto compensados por las características topográficas del predio.

De lo anterior tenemos un total de 1,666 metros lineales multiplicado por 2 mangueras por la línea de árboles = 3,333 metros lineales de manguera con dos goteros por metro y 2 L por gotero =13,332 L por hora por hectárea = lámina horaria de 1.3 mm.

Si el propósito es aportar una lámina horaria de 5 mm, se requiere aplicar un riego diario de 3 horas 50 minutos, o 3 riegos de 8 horas 50 minutos por semana, en el caso de un suelo franco.

### **Conclusiones**

El cálculo adecuado del volumen de riego requerido por las plantas en sus diferentes épocas productivas, determina el incremento de rendimientos y la rentabilidad del propio cultivo, garantizando que la inversión en sistemas tecnificados, logré retribuir significativamente, gracias a la aplicación eficiente del agua y de nutrientes evitando el desarrollo de malezas plagas y enfermedades.

La utilización de herramientas como estaciones climatológicas, sensores de humedad, charolas para medir el drenaje y controladores de automatización de riego y fertilización, son herramientas muy importantes para lograr altos rendimientos y calidad de exportación en las unidades agrícolas.

### **Literatura Citada**

- Herrera Zamora, E. I., C. E. Díaz Duarte, R. Cun González, R. Pérez Hernández, y M. León Fundora. 201. Coeficientes de cultivos (Kc) en Cuba. Rev. Ingen. Agríc. 4(3):16-22.
- Ruiz-Álvarez, O., R. Arteaga-Ramírez, M. A. Vázquez-Peña, R. E. Ontiveros Capurata, and R. López-López. 2012. Balance hídrico y clasificación climática del estado de Tabasco, México. Univ. Cienc. 28(1):1-14.
- Sánchez-Tienda, J. 1999. Uso consuntivo del cultivo aguacate: Metodología Blaney y Criddle modificada relacionando fenología y precipitación. Rev. Chapingo Ser. Hortíc. 5:201-207.
- Vega Martínez, Y. 2020. Evaluación del efecto de cuatro dosis de riego en aguacate (*Persea americana* Miller) variedad americana, en etapa de vivero bajo condiciones controladas, en Toluviéjo, Colombia. Tesis de Maestría en Ciencias Agronómicas. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba. Montería, Córdoba, Colombia. 109 p.