



Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



Artículo: COMEII-19042

Mazatlán, Sin., del 18 al 20

de septiembre de 2019

¿LÁMINA O DOSIS DE RIEGO PARA RIEGO LOCALIZADO?

Fidencio Cruz-Bautista^{1*}; Julio Cesar Rodríguez¹; Víctor Munguía Munguía¹

¹Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora, Hermosillo Son. México.

fidencio.cruz@unison.mx (*Autor de correspondencia)

Resumen

En este trabajo se dilucida sobre los conceptos de lámina de riego y dosis de riego en riego localizado. Se realizó la caracterización de la distribución de un volumen de 100 litros de agua aplicada en el suelo con un emisor, bajo los enfoques de lámina de riego y dosis de riego. El área y perfil de humedecimiento que se obtiene en un suelo franco arenoso, con una densidad aparente entre 1.6 a 1.8, es de 1.2 m² y una profundidad de humedecimiento de 42 cm, cuando se aplica un volumen de 100 litros de agua. El mismo volumen aplicado con riego por goteo, alcanza a humedecer 60 cm de profundidad y un área superficial de 1.4 m² y se forma un volumen de suelo mojado de 2.5 m³. En el riego localizado conviene emplear el concepto de dosis de riego para reponer el agua evaporada - transpirada en la zona radicular de las plantas, a partir de medidas directas del contenido de agua en el suelo o de la ETC.

Palabras claves: riego por goteo, bulbo de humedad, requerimiento hídrico.



Introducción

La agricultura bajo riego se aplica en el 20 % de las cosechas, y genera el 40% del total de alimentos producidos. En esta actividad se usa alrededor del 70% de agua en el mundo (FAO). Por lo tanto, el desafío para la agricultura bajo riego es contribuir a la producción de alimentos y hacer un uso eficiente del agua. El riego localizado contribuye a la economía del agua con una mejora de los rendimientos por metro cúbico de agua aplicada, con un ahorro de 20 a 30 % en cultivos de ciclo corto y de 30 a 60 % en plantaciones de cítricos y frutales (FAO).

El riego localizado es un método que aplica el agua en pequeñas cantidades a cada planta o cerca de ella mediante una red de tuberías y emisores. Es decir que el agua se aplica solo en determinadas partes de la superficie del suelo. Bajo este método se distinguen dos categorías principales: riego por goteo y riego por microaspersión. Estos sistemas de riego pretenden llevar el agua a cada planta desde la fuente de abastecimiento, eliminando totalmente las pérdidas en la conducción y minimizando las pérdidas por evaporación y percolación profunda. Además, procuran suministrar el agua de manera eficiente a la demanda del cultivo. Sin embargo es necesario un buen diseño agronómico del sistema de riego. Pues muchos de los problemas que presentan bajo esta modalidad se deben a un mal diseño y/o mal manejo del agua de riego.

En el diseño agronómico de los sistemas de riego, el primer paso es determinar la cantidad de agua que se debe aplicar o reponer al suelo, cantidad conocida como lámina de riego. Por definición una lámina de riego es el espesor de la capa de agua con que una superficie de tierra quedaría cubierta por un volumen de agua, expresado en m ó cm. Bajo el riego convencional, por superficie o por aspersión donde el agua se aplica sobre una gran superficie de suelo, el concepto de lámina es aplicable adecuadamente. En cambio en riego localizado el agua se aplica solo en determinadas partes, generalmente lo más cerca de las raíces de las plantas. Entonces ¿cómo expresar y determinar con exactitud esas necesidades hídricas del cultivo? ¿En lámina de riego o dosis de riego? Puesto que una dosis de riego se refiere a la cantidad o porción de agua que se aplica a una unidad de superficie, expresado en $L\ m^{-2}$, mm o $mm\ día^{-1}$; la cual será infiltrada y retenida por el suelo. Para comprender las implicaciones de esta interrogante, se planteó en este trabajo la caracterización de la distribución un volumen de 100 litros de agua aplicada en el suelo con un emisor, bajo los enfoques de lámina de riego y dosis de riego.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en una parcela experimental de jojoba dentro del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, en la Costa de Hermosillo. Se

realizaron dos pruebas de riego, en las cuales se aplicó un volumen de 100 litros (L) en cada una. En la primera prueba se aplicó 100 L en una superficie de metro cuadrado de suelo y en la segunda prueba se aplicó 100 L con riego por goteo superficial con un emisor de gasto de 12 Lph.

Evaluación de las dimensiones del área y perfil de humedecimiento

Después de 24 h de cada prueba de riego se midió el área superficial y la profundidad de humedecimiento del suelo.

En riego por goteo, en un punto emisor, se instalaron sensores de reflectometría de dominio de tiempo (TDR -315L) a profundidades de 20, 40, 60 y 80 cm respectivamente y a 20, 40 y 60 cm de distancia del punto emisor para evaluar las dimensiones del área y perfil de humedecimiento (Figura 1). El contenido de humedad (θ Vol) y su variación en el tiempo se registró con los TDR los cuales se conectaron a dos dataloggers, un Campbell y otro Acclima. Los valores de contenido de humedad del suelo se censaron cada 15 min y almacenaron en los dataloggers.

Las características físicas y las constantes de humedad del suelo del sitio donde se realizaron las pruebas se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Textura y constantes de humedad del suelo del sitio experimental.

| Prof. (cm) | Arena | Limo | Arcilla | Clase textural | Densidad Aparente (gr cm ⁻³) | Capacidad de Campo | Punto de Marchitez Permanente |
|---------------|-------|------|---------|-----------------|--|--------------------------|-------------------------------------|
| | % | | | | | (θ vol %) | |
| 25 | 52 | 30 | 18 | Franco -Arenoso | 1.6 | 21.7 | 11.0 |
| 50 | 56 | 26 | 18 | | 1.8 | 19.6 | 10.9 |



Figura 1. Instalación de sensores TDR en el perfil del suelo y censado del contenido de humedad durante el periodo de prueba.

Resultados y Discusión

Dimensiones de humedecimiento

En el cuadro 2 se muestra los resultados de las dimensiones del área y perfil de humedecimiento del suelo, donde se aplicó un volumen de 100 litros de agua. La distribución de este volumen con el enfoque de lámina de riego, es decir 100 L m^{-2} para una lámina de 10 cm, alcanzó una profundidad de humedecimiento de 42 cm y humedeció un área superficial de 1.2 m^2 . El mismo volumen, aplicado con riego por goteo, humedeció hasta 60 cm de profundidad y un área superficial de 1.4 m^2 .

Cuadro 2. Dimensiones del área y perfil de humedecimiento en el suelo en el sitio experimental.

| Lámina de riego | Frente_Humedecimiento | | Superficie mojada | | Lámina de riego | |
|-----------------|-----------------------|-------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| | (cm) | | (m ²) | | (cm) | |
| | 42.5 (3.0)* | | 1.2 | | 10 | |
| Dosis de riego | Frente_Humedecimiento | | Superficie mojada | | Dosis de riego | |
| | (cm) | | (m ²) | | (L m ⁻² ; mm) | |
| | Superficial_Radial | Profundidad | Área superficial_Emisor | Área del Bulbo (Elipse Truncada) | Área_Efectiva de mojado_Emisor | Área_Bulbo_Húmedo |
| | (R) | (Z) | | | | |
| | 66.5 (6.0)* | 60 (5.0)* | 1.39 | 2.50 | 72 | 40 |

* Desviación estándar.

Si se empleara el diseño tradicional ($Lr = CC-PMP \cdot Da \cdot Pr$) para determinar la lámina de riego correspondiente para cada caso; en el primero se requerirían 4.5 cm de **Lr** para alcanzar a humedecer una profundidad de 42 cm y en el segundo caso 6 cm de **Lr** para humedecer una profundidad de 60 cm, de acuerdo con las características de suelo del sitio experimental mostradas en el cuadro 1.

Por otra parte, si distribuyera el agua aplicada sobre las áreas superficiales humedecidas en cada caso, se obtiene una dosis de 83.4 y 76.9 L m^{-2} respectivamente; siempre que éste volumen de agua se distribuyera y se infiltrara uniformemente. Sin embargo, la



distribución del agua bajo el riego localizado tiende a formar una franja húmeda continua a lo largo de la línea o bulbos de humedad de formas elípticas. Por lo cual se observa que el volumen de agua aplicada con el riego por goteo se distribuyó sobre la superficie del suelo alcanzando un área superficial de 1.4 m^2 . Asimismo, se infiltró y distribuyó formando un volumen de mojado de 2.5 m^3 con una profundidad de humedecimiento de 60 cm (cuadro 2). Este volumen de suelo mojado representa la cantidad de agua almacenada en el suelo, mientras que profundidad, frente de humedecimiento, debe corresponder a la profundidad de raíces. Si distribuyera el agua aplicada sobre el área total humedecida por el emisor en el bulbo se obtiene una dosis de 40 L m^{-2} o 40 mm. Entonces ¿cuál es la aproximación correcta, lámina de riego o dosis de riego? ¿Se debe considerar el volumen total del bulbo o únicamente el área superficial del bulbo?

Dinámica de humedecimiento (contenido de humedad)

Por otra parte, el avance del frente de humedecimiento (radial y vertical) y la dinámica del contenido de humedad en el bulbo de humedecimiento se observa en las figuras 2 y 3. En las figuras se aprecia que después de una hora de riego se alcanzó a humedecer un radio superficial de alrededor de 60 cm y una profundidad de 20 cm. Tres horas después de riego se saturó la superficie del suelo bajo el emisor y el frente de humedecimiento alcanzó una profundidad de alrededor de 40 cm. Después de 8.25 h de riego, tiempo durante el cual se aplicaron 100 L y finalizó el riego, el frente de humedecimiento alcanzó una profundidad de alrededor de 50 cm. También se aprecia que después de tres horas de finalizado el riego el frente de humedecimiento alcanzó una profundidad de 60 cm. Así mismo después de 12 h de finalizada la aplicación del agua el frente de humedad alcanzó su máxima profundidad de $\pm 67 \text{ cm}$. Por lo tanto, se formó un bulbo húmedo de dimensiones $\pm 67 \text{ cm}$ de radio superficial, un radio de $\pm 60 \text{ cm}$ a la profundidad de $\pm 25 \text{ cm}$ y una profundidad de $\pm 67 \text{ cm}$ bajo el punto emisor. Lo cual forma un volumen de mojado de alrededor de 2.5 m^3 (Cuadro 2).

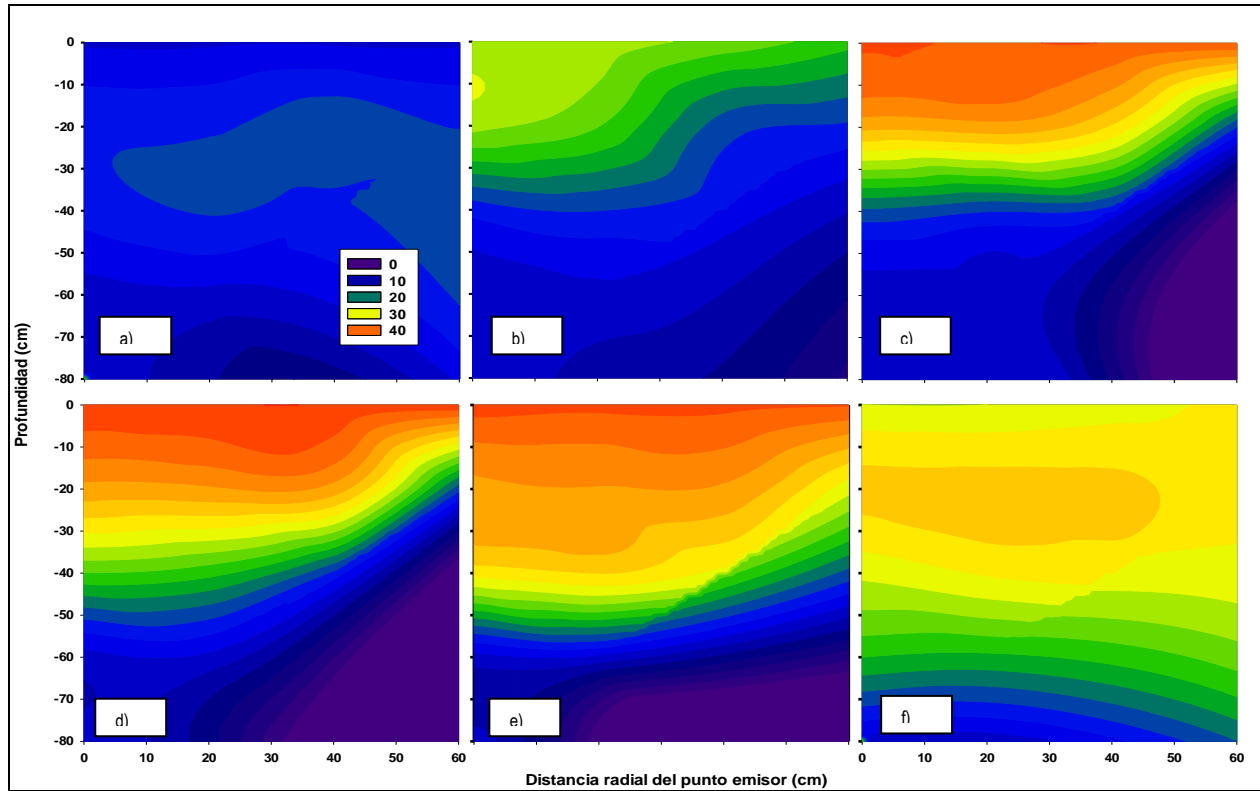


Figura 2. Avance del frente de humedecimiento y dinámica del contenido de humedad en el perfil del suelo., a) inicio del riego, b) 1.5 h de riego, c) 3.5 h de riego, d) 6 h de riego, e) 8.25 h de riego (finaliza riego), y f) 12.25 h después de finalizado el riego.

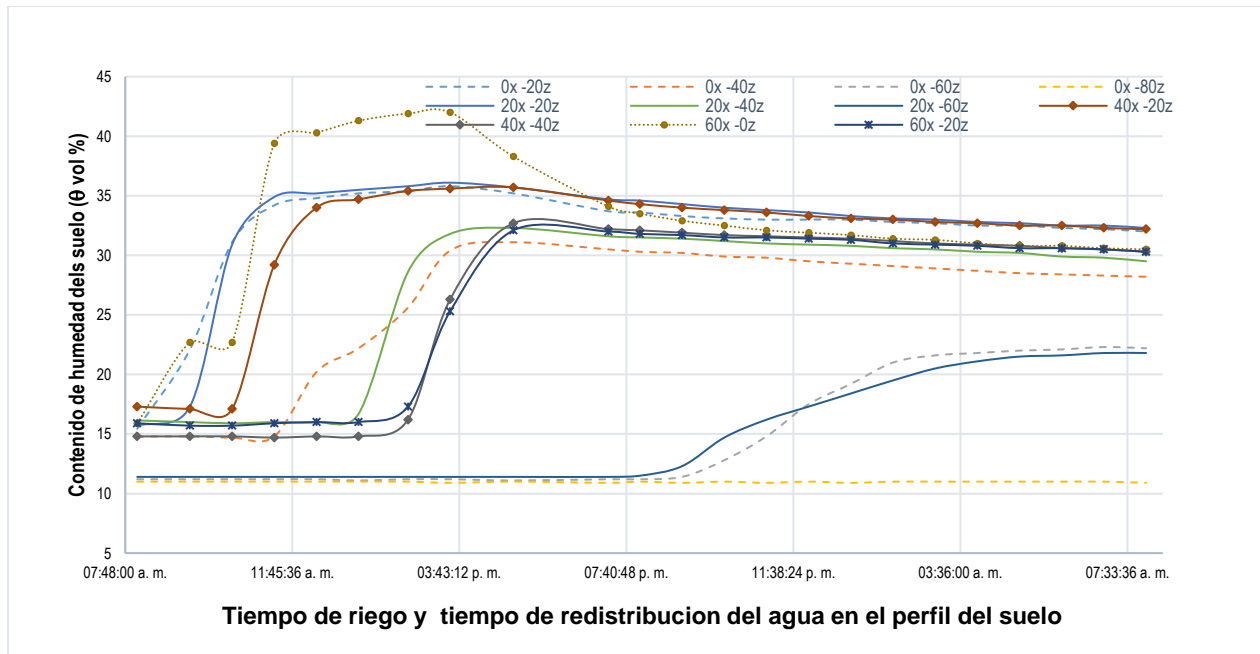


Figura 3. Velocidad de avance del frente de humedecimiento (θVol) y su redistribución en el perfil del suelo.



Los resultados expuestos en este trabajo, muestran que entre los factores que influyen en la distribución del agua en el suelo destacan el volumen aplicado, la tasa de infiltración, el grado de estratificación, capas compactas y el contenido de humedad del suelo antes y durante del riego.

Cuando se aplica el agua con riego localizado se moja una franja continua a lo largo de la línea de riego si la distancia entre emisores es pequeña, es decir entre 20,30 o 40 cm, que es el espaciamiento común de las cintas y mangueras de riego; y en el caso de emisores puntuales se forman bulbos de humedad. Esta diferencia resulta fundamental para entender la diferencia entre lámina de riego y dosis de riego y el movimiento del agua en el suelo. Pues en el riego por superficie o por aspersión puede asumirse que el movimiento es unidimensional, en el riego localizado resulta ser tridimensional (Cruz, 2016).

Por lo tanto en el riego localizado conviene emplear el concepto de dosis de riego ($D_r = CC-PMP * D_a * NAP * Z * P$) para determinar el volumen de agua útil que el suelo es capaz de retener (CC-PMP), la profundidad radicular efectiva de cada cultivo (Z), la porción de agua útil que cada cultivo permitiría agotarse sin que el potencial productivo se afecte (NAP) y el porcentaje de suelo a humedecer (P) (De los Ángeles, 2007).

Finalmente, uno de los criterios que más se emplea en la programación del riego se basa en datos meteorológicos. En muchas regiones los datos de evapotranspiración (ET) obtenidos en las estaciones meteorológicas representan una herramienta para la programación del riego. Sin embargo, en los sistemas de riego localizado la evaporación de agua del suelo no es igual en toda la superficie. Por lo cual, la programación del riego bajo este método se debe realizar en base a la restitución del agua evaporada - transpirada en el bulbo húmedo, a partir de medidas directas del contenido de agua en el suelo.

Conclusiones

El área y perfil de humedecimiento que se obtiene en suelo un suelo franco arenoso, con una densidad aparente entre 1.6 a 1.8 g cm⁻³, es de 1.2 m² y una profundidad de humedecimiento de 42 cm, cuando se aplica un volumen de 100 litros de agua. Es decir, 100 L m⁻² que resulta en una lámina de 10 cm.

El mismo volumen, aplicado con riego por goteo, alcanza a humedecer hasta 60 cm de profundidad y un área superficial de 1.4 m² y se forma un volumen de mojado de alrededor de 2.5 m² con una profundidad de humedecimiento de aproximadamente 60 cm.



En un evento de riego se presenta una serie de factores que influyen en la velocidad de infiltración y distribución del agua en el suelo. Entre los que destacan el volumen aplicado, el grado de estratificación, capas compactas y el contenido de humedad del suelo antes y durante del riego. Por lo tanto, una vez que se ha aplicado un volumen, dosis o lámina de riego correspondiente, sigue otra etapa en la cual hay un flujo y redistribución del agua en el suelo hasta alcanzar un equilibrio.

En el riego localizado conviene emplear el concepto de dosis de riego para reponer el agua evaporada - transpirada en la zona radicular de las plantas, a partir de medidas directas del contenido de agua en el suelo o de la ETc.

Referencias Bibliográficas

- Cruz B.F., (2016). Dinámica del agua en los bulbos de humedecimiento en riego localizado. Editorial: Publicia.
- De los Ángeles M., P. J. (2007). Memoria de Tesis Universidad de Castilla-La Mancha.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/didyouknow/indexesp3.stm>
- INTAGRI. (2019). Diseño Agronómico de Sistemas de Riego por Goteo. Serie Agua y Riego, Núm. 32. Artículos Técnicos de INTAGRI. México.