

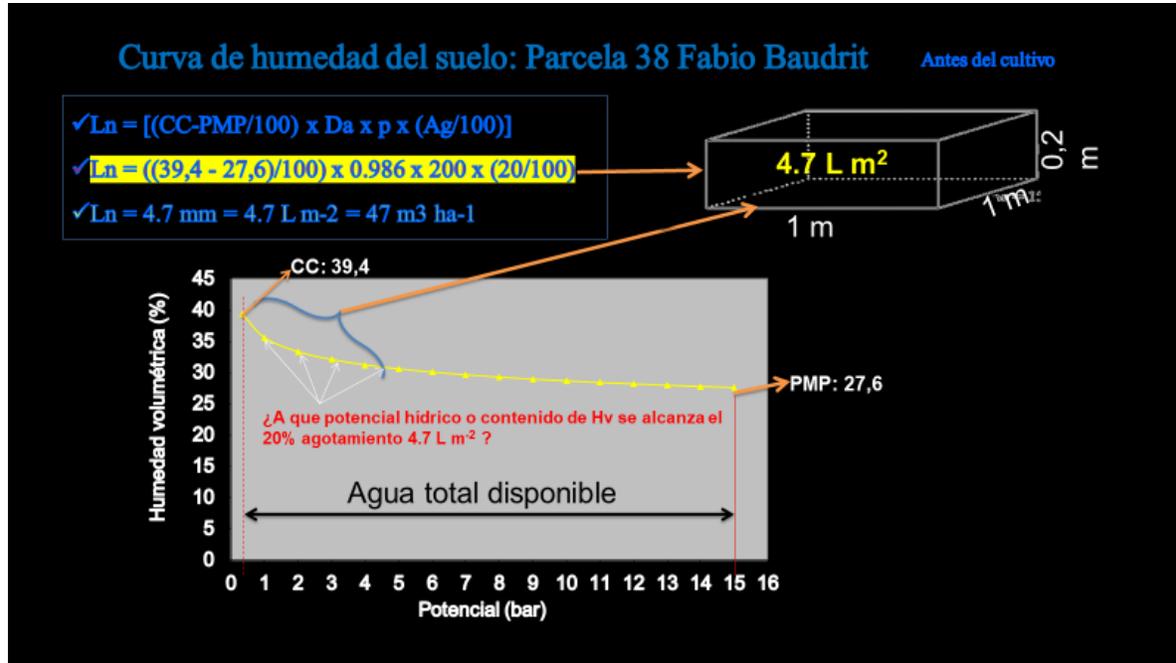
**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno**  
**Programa de Hortalizas Ambientes Protegidos**

**Automatización del riego basado en el Potencial mátrico del suelo mediante Tensiómetro.**

Autores: Julio Vega, Alejandro Betancourt Flores, Freddy Soto Bravo

El sistema consiste en un dispositivo sencillo provisto de un tensiómetro, una bomba con tanque hidroneumático y un timer de riego. Actualmente se está utilizando en un cultivo de tomate cherry en invernadero para evaluar y validar el sistema de riego a la demanda del cultivo según la interacción suelo-planta-atmósfera.

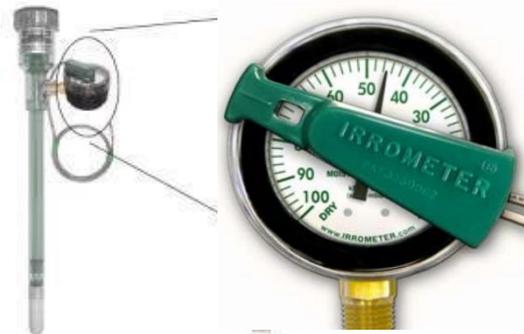
**Determinación del volumen de agua a aplicar (El cuánto):** En el diseño agronómico se determinó el volumen o lámina de agua a aplicar o sea **¿cuánto regar?** con el optimizar los aportes de agua al cultivo, y mantener un adecuado equilibrio entre el contenido de agua y la aireación en el suelo o sustrato, así como reducir las pérdidas por evaporación y drenaje, sin afectar los rendimientos. El **cuánto** regar, se determinó en función de la lámina de agua calculada por la fórmula tradicional. Para el caso de estudio en un cultivo de tomate Cherry en invernadero, se determinó una lámina de 4,7 L/m<sup>2</sup>, con un % de agotamiento de 20% del agua total disponible (Fig. 1).



**Automatización de la reposición de la lámina aplicada según la demanda del cultivo (El cuándo)**

Para el sistema Automático de activación del inicio del riego, se utilizó el tensiómetro de la marca Irrrometer de tipo "A" (automático). Como ya sabemos, el tensiómetro hace contacto directo con el

suelo, mediante una capsula porosa de cerámica y por medio de ella pone en equilibrio el agua contenida dentro del reservorio interno del tensiómetro y el agua contenida en el suelo, y así mecánicamente indica mediante un vacuómetro (manómetro de vacío) en una escala de 0 a 60 Centibares, la presión negativa que deja el agua al ser succionada por la suma de fuerzas que interactúan en el suelo, dando así un indicador del estado hídrico del suelo.



Sobre el vidrio protector del vacuómetro y centrado respecto a la manecilla indicadora del potencial, el tensiómetro tiene un Interruptor de un solo polo (entrada) y una sola salida (SPST) cuyo cierre se lo realiza un magneto que está fijado a la manecilla móvil del vacuómetro, de tal manera que cuando la manecilla se alinea con el eje de este interruptor magnético, este cierra el interruptor y así se cierra el circuito que activa el temporizador de riego.

El sensor de tensiómetro fue instalado en el centro del invernadero a irrigar, resguardándolo adecuadamente para proteger el cable y evitar el movimiento accidental del mismo para así asegurar que no se pierda el contacto directo con el suelo.



El temporizador del riego es un módulo que por medio de un cable recibe el pulso de cierre del tensiómetro y este pulso es usado como disparo “trigger” de inicio del tiempo “T1” de duración de riego activando un relay a 24 voltios de corriente alterna que energiza la válvula selenoide y permite el paso del agua de riego hacia el cultivo durante el tiempo T1.



El tiempo “t1” de duración de riego, es calculado siguiendo el principio ya conocido de reposición de la lámina de agua del suelo específico irrigado.  
 El temporizador además tiene una perilla selectora que permite al usuario realizar riegos de forma manual o dejar el equipo desactivado para que no se realicen riegos automáticos ni manuales. Además, dispone de las borneras identificadas para la adecuada conexión de los cables.



Instrucciones para el establecimiento del parámetro de duración del riego en el módulo temporizador del control de riego por tensiómetro:

1. Después del encendido, oprima y mantenga el pulsador K1 por 2 segundos, en la pantalla aparecerá parpadeando el indicador de programa donde oprimiendo nuevamente K1 las veces necesarias se deberá escoger el modo o programa P-1 de entre los cuatro programas o modo de funcionamiento disponibles: P-1, P-2, P-3 y P-4
2. Luego pulsando K2 se seleccionará el rango de tiempo de activación a saber:
  - Rango en SEGUNDOS y Fracción de segundos (0.1~99.9 segundos) En la pantalla se visualiza la cifra de dos dígitos y un decimal: “00.0”
  - Rango en SEGUNDOS enteros. (1~999 segundos) En la pantalla se visualiza la cifra de tres dígitos y el punto a la izquierda sin decimales: “000.”

- Rango en MINUTOS (1~999 minutos). En la pantalla se visualiza la cifra de tres dígitos sin punto de decimales: “000”

Para la escogencia de este rango de tiempo se presiona k2 las veces necesarias y se verá el punto decimal en sus diferentes posiciones y se dejará en la posición de minutos “000”

3. Luego con el botón k2 se incrementa el dígito que está parpadeando y para cambiar otro de los 3 dígitos se vuelve a presionar k2. Y así cambiar toda la cifra de minutos.

Al dejar el tiempo sesteado visible en pantalla el sistema quedara activado para cuando el tensiómetro active el riego.

Nota: Descripción de los cuatro modos o programas disponibles del módulo temporizador (el sistema de riego por tensión del agua deberá funcionar solo con el modo o programa P-1.)

a. **P-1:** Monostable trigger delay: una señal para disparar el relay, comienza a correr el tiempo, luego el relay desconecta.

b. **P-2:** Una señal de disparo y la cuenta negativa comienza, T1 segundos después el relay se activa, T2 segundos después el relay de desconecta.

c. **P-3:** El relay se activa T1 segundos, luego desconecta T2 segundos, en un ciclo infinito. Los usuarios pueden setear el tiempo T1 y T2.

d. **P-4:** El relay se activa cuando la señal de disparo entra en ON, cuando la señal de disparo entra en OFF comienza la cuenta digital regresiva, y el relay se desactiva cuando el tiempo T1 llega a 0.

Establecimiento del parámetro de duración del riego en el módulo temporizador del control de riego por tensiómetro:

Para seleccionar la tensión de activación en el tensiómetro asociado al sistema automático de riego por tensión:

- Sujete el tensiómetro con una mano, procurando dar apoyo para que no gire o se mueva, para evitar que la copa cerámica pierda contacto con el suelo, con la otra mano gire el SWITCH magnético (verde) que esta sobre el dial del Vacuometro y deténgase cuando a través de la ventanilla u orificio de su parte más angosta, pueda ver la raya de graduación (KPa) correspondiente a la tensión escogida como activación de riego. Procure no mover el cuerpo del tensiómetro.
- Recuerde que la asistencia de mantenimiento del tensiómetro instalado en el campo, consiste en liberar la presión para dejar salir las pequeñas burbujas que pudieran acumularse en las paredes, para esto:
  - Sujete el tensiómetro con una mano, procurando dar apoyo para que no gire o se mueva, Desenrosque y quite la tapa (tapón) superior del tensiómetro, con la misma tapa puede dar pequeños golpecitos hacia abajo sobre el borde superior de tensiómetro, nunca nueva o golpee hacia los costados,

- Luego de que observa que las burbujas suben a la superficie y se disipan, si fuera necesario rellene con el FLUIDO IRROMETER (liquido verde) , puede aplicar un poco de succión con el dispositivo adecuado para este fin, y vuelva atapar enroscando la tapón sin apretar excesivamente el zoque.

Se recomienda leer completo el instructivo del fabricante del tensiómetro Irrrometer y seguir las instrucciones de mantenimiento. ///