

BOLETÍN DEL PROGRAMA NACIONAL SECTORIAL DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS

Año 5 (número 30)
Setiembre-Octubre de 2011



2 Evaluación y monitoreo en el control de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* G.) en cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo ambiente protegido en Pueblo Nuevo de Zarcero, provincia de Alajuela, Costa Rica.

6 Estudio de requerimientos hídricos en el cultivo de rosas (*Rosa chinensis* Jacq.) en un invernadero en Llano Grande de Cartago, Costa Rica.

11 Reseña de libro: Un manual para producir tomate en invernadero

13 Algunas actividades del ProNAP durante este bimestre

Evaluación y monitoreo en el control de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* G.) en cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo ambiente protegido en Pueblo Nuevo de Zarcero, provincia de Alajuela, Costa Rica¹

Andrés Hernández Pridybailo
Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica
agleto@gmail.com

El cantón de Zarcero es una importante zona hortícola, en donde la producción bajo ambientes protegidos ha incrementado los últimos años. Existen áreas considerables dedicadas al cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*). En total hay 95 productores chile en la zona, de los cuales el 80% regiones encuentra en este sector). Por sus condiciones climáticas específicas (alta nubosidad, bajas temperaturas, altas precipitaciones), se hace difícil el desarrollo del cultivo al aire libre y en los llamados “invernaderos”, un control efectivo de la mosca blanca debe tener un papel preponderante dentro del plan de manejo fitosanitario. Lo anterior, porque estos ambientes reúnen las condiciones necesarias para el ciclo de vida de esta plaga (humedad y altas temperaturas principalmente). Resulta aún más importante su manejo por un reciente informe acerca de la detección en Zarcero del biotipo “Q” de *B. tabaci* que tiene mayor tolerancia al imidacloprid, el químico más utilizado para manejar el problema (Taller sobre control de mosca blanca en tomate, Estación Experimental Fabio Baudrit, agosto 2010). En general, uno de los principales problemas en cuanto al manejo de la mosca blanca es la carencia de uno de los principios básicos del manejo integrado de problemas fitosanitarios (MIP): el monitoreo.

En tiempos de cambio climático, el conocimiento se vuelve el recurso más valioso en un sistema productivo y podría representar la diferencia entre el subdesarrollo y el desarrollo en determinada región. El monitoreo permite, en forma sistémica identificar y estimar la cantidad, la distribución, el comportamiento y la evolución de un determinado problema en cualquier cultivo. Mediante el monitoreo se obtiene la información para la toma de decisiones de control. Esto puede significar el éxito del manejo del cultivo y, a futuro, la reducción de impacto ambiental y de costos.

Mediante el trabajo realizado, se logró aumentar el conocimiento de los productores para un mejor control del estado las poblaciones de mosca blanca en su cultivo. Hasta ese momento el control se basaba solamente en inspección ocular. Lo anterior, resulta insuficiente ya que podría derivar en acciones que llevan a empeorar dicho estado o incluso, elevar innecesariamente los costos de producción y otros aspectos mencionados anteriormente.

Los objetivos de la pasantía fueron estructurados para que de forma progresiva, no sólo se conozca el estado actual del problema, sino que también, de forma global estar al tanto del ambiente en el que se desarrolla *B. tabaci*. A continuación, se detallará el proceso, de modo que esta descripción sirva como recomendación y guía para profesionales y técnicos que deseen transmitir la información.

¹ Resumen del Curso de Pasantía realizado en Zarcero (provincia de Alajuela, Costa Rica) durante el segundo semestre del año 2010, como parte del programa estudios de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, con el soporte del Ministerio de Agricultura, COOPAGRIMAR, el Programa Nacional de Ambientes Protegidos y de la Universidad de Costa Rica.

1. Mapeo

Se refiere a trazar (en forma digital o en papel) el área del cultivo. Se deben señalar los elementos importantes como la disposición de la estructura (naves, columnas, puertas, etc.), la distribución de las plantas (hileras, distancias de siembra), la vegetación circundante (dentro y fuera del invernadero) y cualquier otro elemento importante que deba ser referenciado.

La noción sobre la totalidad del cultivo es muy importante y al tener claridad sobre la escala, se permite discutir las decisiones de forma más efectiva. Después de una inspección gruesa del campo, se dibujó un croquis de dos invernaderos para facilitar el análisis del área y la aplicación del método de monitoreo en el futuro.

2. Elaboración de un sistema de coordenadas

Las coordenadas permiten la identificación de cada área del invernadero de forma específica, por medio de un par de números (con la forma X Y). De esta forma se puede geo-referenciar (localizar en el espacio) algún objeto, área, punto, problema, etc. Esto no requiere de mayor inversión, ya que la misma estructura del invernadero y las hileras pueden funcionar como un sistema de coordenadas.

En los invernaderos estudiados, por medio del mapa (no fue necesaria, incluso, la numeración en campo) se le asignó números a las hileras (que representaban el eje X) y a las columnas (eje Y).

3. Muestreo

Como es imposible determinar la cantidad de ninfas y adultos de Mosca Blanca en absolutamente todas las plantas, se realiza una estimación. Antes de evaluar la presencia de *B. tabaci* en el campo, se deben escoger los lugares para tal fin (puntos de muestreo). Para esto, se deben establecer dichos puntos al azar (para evitar sesgos o desviaciones por parte de la persona que evalúa) basado en el sistema de coordenadas que se construyó. Para determinar números al azar se puede utilizar una calculadora científica (función Ran#), el programa informático Excell de Microsoft Corporation (función =aleatorio.enter) o bien, sencillamente una caja con números que correspondan a los que se encuentran en el sistema de coordenadas. No importa cuál sea el método, lo importante es al menos designar 2 puntos de

muestreo (2 pares de números X Y) por cada 100 m² de área de cultivo. En dichos puntos, es donde se contarán individuos y ninfas de mosca blanca.

4. Trampeo

El trampeo de moscas puede contribuir al control tanto como al monitoreo de poblaciones aéreas. En general, *B. tabaci* se ve atraída por el color amarillo, por lo que una cartulina amarilla basta para armar las trampas, que pueden ser de 14 X 14 cm. Es importante que la trampa pegajosa posea el color amarillo por ambas caras y se coloque en contra del viento. Para facilitar el conteo, se requiere cuadrricularlas cada 2 cm y para evaluarlas se toman 14 cuadros en diagonal, de esquina a esquina y se cuenta la cantidad de individuos adheridos. Para monitorear, se recomienda colocar al menos 4 trampas por cada 1000 m² y distribuidas uniformemente en el área de cultivo. En esto se puede utilizar el mapa confeccionado con anterioridad. Es conveniente indicar la coordenada en la que se ubica la trampa para poder “geo-referenciar” y ubicar las poblaciones.

Las trampas en los invernaderos monitoreados fueron cambiadas cada semana, pues se observa mejor cómo se comportan las poblaciones aéreas y porque la vida útil de la cartulina se va perdiendo por efecto de la humedad.

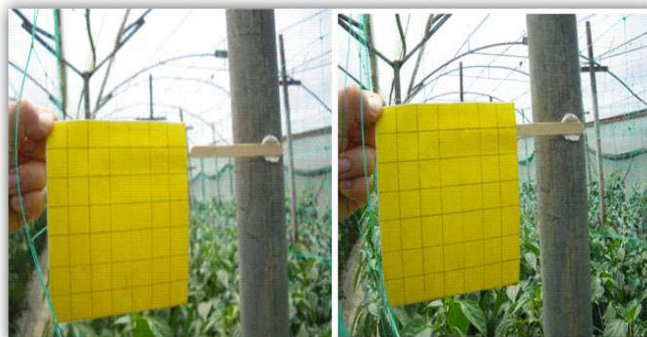


Figura 1. Posible modo de instalación de trampas amarillas adhesivas. Se puede utilizar una paleta de madera la cual se introduce en medio de las dos cartulinas amarillas unidas. La paleta sirve para sujetar la trampa a la estructura por medio de pegamento.

5. Evaluación

En cada punto de muestreo elegido con las coordenadas (una planta), se debe determinar la presencia tanto de ninfas, como de adultos de *B. tabaci*. Primero, se pueden ubicar en el mapa los puntos donde se van a contar individuos, se numera cada uno y se indica en una planilla la coordenada X Y correspondiente. Luego, en cada punto se cuenta la cantidad de ninfas y adultos en cuatro hojas, en el estrato de la planta donde se detecte mayor cantidad aparente de individuos (generalmente, el estrato medio y bajo). En la literatura se reporta como límite de tolerancia para *Bemisia tabaci* un máximo de cinco adultos o cuatro ninfas promedio por hoja.

6. Mapeo de poblaciones

Esto representa el objetivo principal de este proceso. De esta forma se puede observar el comportamiento de la plaga en el campo (si se hace a lo largo del tiempo) y su distribución dentro del invernadero, si se está por encima del límite de tolerancia, si los métodos de manejo que se han estado aplicando o se aplican realmente funcionan, si es necesario el control químico o todavía se puede optar por otra opción que no aumente el riesgo de obtener residuos en nuestra cosecha, en fin, hace que se cuestionen aspectos importantes partiendo de datos más cercanos a la realidad y, sobre todo, provee una noción integral del cultivo.

Para graficar los resultados, se pueden utilizar programas informáticos, que incluso interpolan los datos dando una idea de la distribución en campo de la plaga. Sin embargo, se puede utilizar una escala de colores para indicar presencia por debajo y por encima del nivel de tolerancia. Por ejemplo, verde significa 0-2 adultos por hoja, amarillo de 3-4, y rojo quiere decir 5 o más adultos por hoja. Entonces, en el mapa, se aplica el promedio de individuos por hoja en cada punto, se colorea respectivamente cada punto con la escala que se construyó. Al final se obtiene un mapa que con distintos colores nos indica donde hay más y donde hay menos y en qué cantidad. Y si realiza esta actividad cada semana, se puede ver en el tiempo la dinámica de la población.

En los invernaderos estudiados, se graficaron las poblaciones con el Surfer y se utilizó el interpolador Kriging que posee el mismo programa

informático. Cada semana se obtenía un nuevo mapa en donde se observaba la dinámica de los métodos de control que utilizaron los agricultores.

7. Resultados

En este caso, se describirá lo observado en uno de los invernaderos estudiados (A). Al analizar los resultados obtenidos en los mapas semanales de distribución, se puede ver una tendencia de formarse focos en el costado sur del invernadero. Esta zona corresponde a la zona alta del terreno (el cual poseía una pendiente de norte a sur), qué según el agricultor, es la zona donde las temperaturas son más altas.

Otro aspecto que cabe notar es que a partir de la tercera semana, la cantidad de adultos por hoja disminuyó considerablemente (coincide con una aplicación de lambdacihalotrina), sin embargo, la cantidad de ninfas aumentó en la tercera semana. Es evidente que las aplicaciones de insecticida poseen efecto sobre los adultos, pero es muy probable que las poblaciones de adultos se restablezcan porque el plaguicida no se actúa sobre otros estadios (el ciclo dura aproximadamente 40 días).

El periodo crítico de plantas de chile dulce respecto a mosca Blanca, es de 40 días después del trasplante; posterior a esto, las plantas cuentan con capacidad como para no reducir tanto el potencial productivo ni manifestar síntomas de virus si son infectadas. Así, el control de mosca blanca debe ir dirigido sobre todo hacia el control de poblaciones, para evitar que sean mayores para lo que queda del ciclo del cultivo y para el siguiente. El monitoreo en este caso puso en evidencia que lo establecido no se está logrando y, por el contrario, se elevan los costos por una incorrecta aplicación de insecticida

Conclusión: recomendaciones

Combatir directamente a los adultos de *B. tabaci*, no permite un real control del problema ni en el mediano ni en el largo plazo; las sustancias fitosanitarias se deben rotar buscando afectar otros estadios del desarrollo de la plaga. En el mercado se pueden conseguir productos que actúan sobre las

ninfas y los huevos incluso los hay de origen orgánico (por ejemplo la azadiractina). Por lo tanto, una rotación de un producto contra adultos, y otro contra los primeros estados de desarrollo cada 15-22 días, podría ser lo más conveniente en este caso.

El monitoreo debe ser permanente para conocer el resultado de los mecanismos de control. Por ejemplo, en las primeras semanas después de la siembra, lo que se requiere es que la Mosca Blanca no tenga contacto directo con las plantas. Si los datos nos indican que las poblaciones de *B. tabaci* se encuentran por debajo del nivel de tolerancia, se podría trabajar con productos que causen menos impacto sobre el ambiente, tales como repelentes u hongos entomopatógenos, teniendo en cuenta las consideraciones necesarias para el manejo de estos últimos.

verde del follaje y el color oscuro del suelo, si modificamos ese ambiente, a este organismo le sería más difícil posarse sobre el cultivo (existen coberturas plásticas reflectivas o naturales, como el culantro -*Coriandrum sativum*-). El monitoreo permite saber si estas prácticas están funcionando; si no es el caso, da las pautas para un correcto control químico, el cual siempre existe como opción (la idea es reducir aplicaciones, costos, impacto ambiental, residuos, etc.).

La reducción del impacto ambiental no debe ser vista solamente como un acto de benevolencia o como una manera de dar mayor valor agregado al producto. Hay que considerar que un cultivo no es un sistema que se encuentra aislado por las paredes del invernadero. Un cultivo es parte de todo un ecosistema, con el cual posee interrelaciones entre su biodiversidad y el ambiente que lo rodea.

La inestabilidad del ecosistema significa necesariamente la inestabilidad del cultivo, aunque este se encuentre “protegido” bajo una estructura. Es sabido que biodiversidad es sinónimo de estabilidad y si aquella se ve afectada por aplicaciones químicas incorrectas, se podrá acudir a otros mecanismos. Es por esto que, el conocimiento se

convierte el recurso más importante, tanto tal vez como el dinero invertido en un proyecto. El monitoreo es el medio para obtener dicho conocimiento y administrarlo y transferir la mayor cantidad de información útil posible, permite brindar seguridad alimentaria a los pueblos.

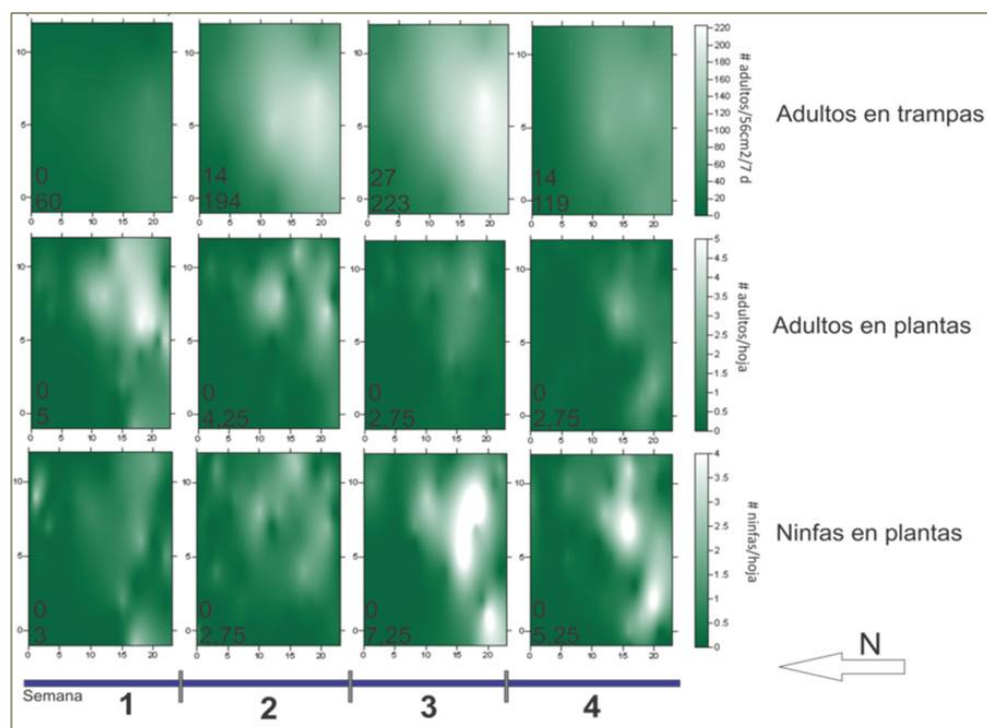


Figura 2. Distribución semanal de adultos (en planta y trampas) y ninfas de *Bemisia tabaci* en el invernadero A. El blanco indica mayor presencia de individuos, y el verde menor presencia. Los números dentro de cada área corresponden al mínimo y al máximo, respectivamente, del promedio encontrado.

Además, se pueden complementar prácticas como la instalación de coberturas de suelo. En este sentido, la Mosca Blanca se guía para buscar alimento por medio del contraste entre el

ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS HIDRICOS EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa chinensis Jacq.*) EN INVERNADERO EN LLANO GRANDE DE CARTAGO, COSTA RICA

Juan Carlos Valverde Conejo

Servicio Nacional de Riego, Avenamiento y Aguas Subterráneas – SENARA

valcon@ice.co.cr

El uso de la tecnología del riego en invernaderos de flores como las rosas, es una práctica generalizada en la zona de Llano Grande de Cartago. Los agricultores han desarrollado amplia experiencia en su manejo; pero a pesar de ello no se tiene mucha información sobre los requerimientos de riego ni de la demanda de agua por el cultivo. Unido a esto el recurso hídrico de la zona es bastante limitado. Se considera que las necesidades de agua de los cultivos son la suma de la evaporación directa desde el suelo, más la transpiración de las plantas, que juntas conforman la evapotranspiración, la cual varía según el clima y el cultivo. Es necesario establecer parámetros de manejo que permitan dar un mejor uso al agua y aprovechar las bondades que se puedan derivar de ella. Para esto se deben determinar entre otras cosas el consumo de agua y la frecuencia de riego que satisfagan la demanda hídrica de la producción de flores, específicamente rosas.

Como primer paso en la determinación de las necesidades de agua por el cultivo, se debe medir su tasa de **EVAPOTRANSPIRACIÓN**. Para ello se requiere calcular dos elementos: la **EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA (ET₀)** y el **COEFICIENTE DE CULTIVO**.

La **EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA (ET₀)** es la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, sin restricciones de agua, que corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas, en donde los únicos factores que la afectan son los parámetros climáticos, por lo que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos. Para su determinación se usan fórmulas empíricas, entre ellas las más utilizadas son las de Blannet Criddle, Penman o Hargreaves.

El **COEFICIENTE DE CULTIVO K_c**, describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la cosecha. En los cultivos anuales normalmente se diferencian 4 etapas o fases de cultivo:

- o **Inicial:** Desde la siembra hasta un 10% de la cobertura del suelo aproximadamente.
- o **Desarrollo:** Desde el 10% de cobertura y durante el crecimiento activo de la planta.
- o **Media:** Entre floración y fructificación, correspondiente en la mayoría de los casos al 70-80% de cobertura máxima de cada cultivo.
- o **Maduración:** Desde madurez hasta la cosecha o recolección.

El K_c presenta valores pequeños al inicio del desarrollo del cultivo y aumenta a medida que se incrementa la cobertura del suelo. El valor máximo se alcanza durante la floración, se mantiene durante la fase media y finalmente decrecen durante la maduración, de tal manera que:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c$$

La evapotranspiración de referencia también se puede calcular midiendo la evaporación a partir de un tanque de evaporación Standard tipo A (figura 1), cuyos datos pueden ser confiables, cuando estén ubicados en condiciones adecuadas, con una instalación cuidadosa y un registro exacto y periódico de datos. A partir de los datos de la evaporación (E_v), se calcula la evapotranspiración de referencia (ET₀), mediante la siguiente fórmula:

$ET_o = K_p \cdot E_v$ donde: K_p es un coeficiente que depende de las características del tanque, ubicación, condiciones climáticas, etc.

Además, la evapotranspiración del cultivo se puede determinar por métodos directos, como es el uso de lisímetros, de los cuales hay de drenaje y de pesada, en donde lo que se mide es la diferencia en peso o volumen de un recipiente con el cultivo que se desea investigar.

El objetivo planteado al realizar este trabajo fue determinar las necesidades de agua de las plantas de rosas en condiciones de invernadero en la zona de Llano Grande de Cartago, utilizando un tanque de evaporación y un lisímetro de drenaje.

Actividades

Se estableció una parcela con riego por goteo y otra con microaspersión que se sembraron con el material usado por el agricultor. En la parcela de goteo se instaló un tanque de evaporación sobre una tarima de madera al final de una hilera, así como un higrómetro para medir la temperatura y la humedad relativa. (figura 1) y en otra hilera un lisímetro de drenaje para medir el consumo de agua en mililitros, por diferencia entre el agua de riego aplicada y el agua recolectada en un recipiente. El lisímetro instalado es un recipiente plástico que mide 46 cm de altura y 54 cm de diámetro, con un área de 0,22 m² que se introdujo en el suelo en la parcela en estudio. Se sembró con rosas al mismo tiempo que se sembró la parcela y se le colocó una cinta de riego con 3 emisores cuya descarga medida fue de 450 ml por hora, lo que equivale a 1350 ml/h (figuras 2 y 3).

Como datos de referencia de las condiciones climáticas se hicieron mediciones de la cantidad de luz que incide sobre las plantas, los niveles de CO₂ y la temperatura dentro y fuera del invernadero, que podrían dar algunas pautas de manejo del cultivo en el futuro.



Figura 1. Higrómetro y tanque de evaporación sin agua.

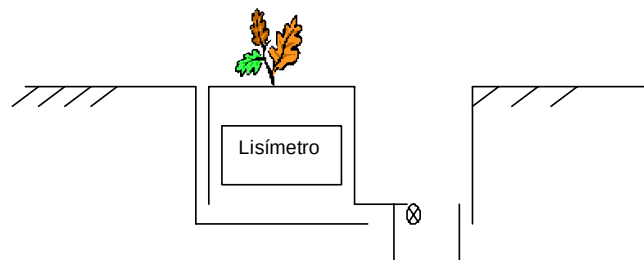


Fig. 2. Detalle de lisímetro de drenaje utilizado en el invernadero para rosas. Obsérvese el recipiente que recoge el agua sobrante abajo y el tensiómetro.



Figura 3. Vista superior del lisímetro de drenaje.

Se hizo un análisis físico del suelo cuyos resultados son:

Capacidad de campo:	30,15 %
Punto de marchitez:	24,64 %
Densidad aparente:	1,16 g/cm ³
Profundidad de raíces:	30 cm

Para observar el efecto del riego, el clima dentro del invernadero y el manejo agronómico sobre las plantas de rosa se llevó el control de varios factores fenológicos en ambas parcelas, a saber:

- Medición del crecimiento (tamaño) del tallo principal de la flor.
- Medición del grosor del tallo a determinada distancia de la base del botón.
- La longitud del botón floral.
- El ancho del botón floral.
- El peso del tallo con la flor.
- Estimación de la materia seca producida.
- El número de tallos (flores) por área (m²) en determinado período.
- Apariencia de la flor (estado fitosanitario).

También se realizó un análisis foliar para determinar el contenido de nutrientes.

Al momento del presente informe se observó que los parámetros anteriormente

mencionados en ambos métodos de riego muestran condiciones de comportamiento similar, lo que se va a informar posteriormente.



Figura 4. Medición del grosor del tallo a 25 cm de la base del botón.

Resultados del estudio de las necesidades de riego

Cálculo de demanda de agua con tanque de evaporación

Se empezó a tomar datos de evaporación desde el mes de noviembre de 2009 hasta marzo del 2011, que se adjuntan en el cuadro 1.

Para calcular la demanda de agua a partir de datos de evaporación, se debe calcular la ET_0 aplicando un coeficiente de tanque, que en el caso de Llano Grande se estableció como 0,7 con base en la tabla propuesta por FAO ("Documento N° 24"), pues la humedad relativa oscila entre 0,4 y 0,7, la velocidad de viento es baja y la distancia al cultivo es menor a 10 m. De manera que:

$$ET_0 = 1,9 \cdot 0,7 \text{ (se escoge el mes de mayor demanda, en este caso marzo)} = 1,33 \text{ mm}$$

Entonces, si se considera un área de invernadero de 1000 m², la demanda de agua sería:

$$1,6 \text{ L/m}^2 \cdot \text{día} \cdot 1000 \text{ m}^2 = 1600 \text{ litros/día} \\ = 1,6 \text{ m}^3/\text{día para } 1000 \text{ m}^2$$

Cuadro 1. Datos de evaporación (promedio diario) tomados en Proyecto Llano Grande.

	2009	2010										2011		
mes	N	D	F	M	A	J	J	A	S	O	N	E	F	M
evaporación (mm)	1,3	1,2	1,5	1,9	1,6	1,3	1,0	1,0	1,2	1,1	1,2	1,3	1,0	1,7

Dado que no existe información sobre coeficientes de cultivo (Kc) para flores, se va a utilizar un valor de 1,2, que puede ser ajustado conforme se logren resultados. La literatura establece coeficientes que oscilan entre 0,8 y 1. Se considera un valor alto para tener un rango de seguridad en el cálculo de la demanda.



Figura 4. Vista del tanque de evaporación con el cultivo de rosas desarrollado.

La **ETc** (Evapotranspiración de cultivo o uso consuntivo) diario será:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c = 1,33 \times 1,2 = 1,6 \text{ mm / día} \\ = 1,6 \text{ L / m}^2.$$

En la figura 4 se aprecia el tanque de evaporación y un sector de la parcela en estudio.

Cálculo de demanda de agua con datos del lisímetro

Para establecer el consumo de agua con datos del lisímetro, se debe conocer su capacidad de almacenamiento de agua, según los parámetros hídricos capacidad de campo y punto de marchitez, de manera que:

$$\text{Lám. máxima} = (\text{CC-PMP}) / 100 \cdot \text{Dap} \cdot \text{Pr} \\ (\text{Lámina máxima que puede almacenar ese suelo})$$

Pr: profundidad de raíces: se considera una profundidad de 30 cm.

$$\text{Lám. máxima} = \\ (30,15 - 24,64) / 100 \cdot 1,16 \cdot 30 = 1,9 \text{ cm} \\ = 190 \text{ m}^3 / \text{ha}$$

Si se considera un agotamiento de humedad de 60 %, entonces la lámina neta (LN) es de:

$$LN = 1,9 \cdot 0,6 = 1,14 \text{ cm}$$

Con una eficiencia de riego de 90 %, la lámina bruta (LB) es de: **LB = 1,14 / 0,90 = 1,26 cm**

Esto equivale a 126 m³ / ha, o 12,6 m³ en 1000 m², que es el área de invernadero que se está considerando. Con base en esta información, se establece que el intervalo de riego (IR) es de:

$$IR = LN / U_c \text{ diario}$$

$$U_c \text{ diario} = E_{tp} \text{ cultivo}$$

$$IR = 11,4 \text{ mm} / 1,6 \text{ mm} = 7 \text{ días}$$

Siguiendo este criterio, como el área del lisímetro es $\pi \cdot r^2$ (diámetro del lisímetro es de 54 cm)

$$3,14 \cdot (0,27)^2 = 0,22 \text{ m}^2, \text{ entonces:}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Por regla de tres:} & 126 \text{ m}^3 & \text{-----} 10000 \text{ m}^2 \\ & X & \text{-----} 0,22 \text{ m}^2 \\ & & X = 0,00277 \text{ m}^3, \end{array}$$

esto es, se debe aplicar 2,77 L cada 7 días o 400 ml por día, que equivale a 1,8 mm diarios.

En este caso, el criterio de riego era el mismo del agricultor, a saber, de 10 a 15 minutos cada 2- 3 días, realizándose a veces en forma diaria, dependiendo de las condiciones de clima; el volumen aplicado se determinó midiendo el volumen que entregan 3 goteros en el lisímetro durante 15 minutos, obteniéndose 150 ml por gotero, para un total de 450 ml, que es un volumen cercano al calculado según los datos del lisímetro (400 ml diarios).

El drenaje que se recogía en el lisímetro un día después de aplicar cada riego, siempre osciló entre 100 y 150 ml, lo que indica que el consumo fue de 300 350 ml aproximadamente. A su vez, si se toma el dato de uso consuntivo a partir del tanque de evaporación, que es de 1,6 mm diarios, equivalente a 1,6 L/m² y se estima la cantidad de agua a entregar al lisímetro, se obtiene el siguiente resultado:

$$\begin{array}{rcl} 1,6 \text{ L} & \text{-----} & \text{m}^2 \\ X & \text{-----} & 0,22 \text{ m}^2 \end{array}$$

$$X = 0,35 \text{ L} = 350 \text{ ml por día.}$$

Como se puede observar, el cálculo del consumo de agua usando el tanque de evaporación y el lisímetro son bastante coincidentes.

Cálculo del riego aplicado por el agricultor

El agricultor utiliza un sistema de riego por microaspersión, con una separación de 1,3 m entre aspersores y 1,2 m entre hileras, con emisores de 50 lph, durante un tiempo que oscila de 10 a 15 minutos 2 a 3 veces por semana, como ya se indicó, para lo cual se rige por factores climáticos y

fenológicos que ha podido desarrollar como resultado de la experiencia, aplicando criterios como grado de nubosidad del día y estado general de la planta.

Dichos riegos equivalen a un rango de 5,5 a 8 L/m² (*Q microasp./ área cubierta*), que aplicado cada 3 días, corresponde a un rango de **1,8 a 2,7 L/m²**, o sea una evapotranspiración diaria de 1,8 a 2,7 mm, que es mayor a la que se determinó en esta evaluación que fue de 1,6 mm diarios, lo que indica que el volumen que está aplicando es -muy alto, comparado con el que se aplica con goteo, generando un mayor gasto de agua.

Impacto y novedades del proyecto.

Este proyecto es de vital importancia para el desarrollo agrícola de la zona norte de Cartago, por cuanto la disponibilidad de agua es crítica y la mayoría de los agricultores dependen de ella para sus cultivos. Actualmente el SENARA está ejecutando un estudio de factibilidad para desarrollar un proyecto de riego en esa zona y se necesita conocer la demanda de los cultivos, por lo que el resultado de esta práctica será importante para determinar con mayor exactitud las demandas de riego del proyecto (cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo de agua estimado mediante los tres procedimientos.

Consumo diario de agua (mm)	Lisímetro	Tanque evaporación	Agricultor
	1,8	1,6	1,8- 2,7

Beneficios del proyecto.

Determinar las necesidades de agua de un cultivo es sumamente importante para el productor y para el SENARA, por varias razones:

- Se usa la cantidad de agua necesaria sin grandes desperdicios.
- Se podría aumentar el área bajo riego.
- Se produce menos contaminación del ambiente por un uso más racional de los fertilizantes
- Se pueden disminuir los costos para el agricultor pues la eficiencia de los fertilizantes es mayor
- Se puede disminuir el uso de productos fungicidas por menor uso de agua.



Reseña de libro

Un manual para producir tomate en invernadero

Luko Hilje Quirós
luko@ice.co.cr

*H*e escrito numerosas reseñas de libros a lo largo de mi vida, pero esta tiene mucho de particular, por motivos profesionales y afectivos. En efecto, hace ya 32 largos años que, recién llegado para empezar mis estudios de postgrado en la Universidad de California -en su campus de Riverside-, entre la pequeña comunidad de estudiantes latinos que había, conocí al agrónomo mexicano Javier Castellanos. La empatía fue inmediata y mutua, y desde el día en que nos tratamos, almorzando en una de las sodas de la Universidad, surgió una fuerte amistad, que ni los años ni la distancia han podido aminorar.

Desde entonces, entre muchas actividades, tertulias y sueños compartidos, siempre afluía la ilusión del retorno, pero no tanto por la cabanga o mal de patria que a veces nos embargaba, sino por sabernos mejor preparados -en un centro educativo de tan alto nivel- para aportar al sector agrícola de nuestros respectivos países y, en particular, a los pequeños y medianos agricultores, crónica y sempiternamente afectados, entre otros factores críticos, por la falta de adecuado crédito bancario, la voracidad de los intermediarios, y el acceso a la tecnologías, sobre todo aquellas novedosas y que procuran conciliar la producción con la protección del ambiente. ¡Cuántas horas de sueños y utopías compartidos, de veras!

Por eso, hoy no puedo más que regocijarme, al destacar que, aparte de numerosos aportes tanto teóricos como prácticos en el campo de la edafología -su campo-, Javier decidiera fungir como editor del libro **Manual de producción de tomate en**

invernadero, publicado por la editorial Intagri, con sede en Guanajuato. Destaco esto porque, contrario a lo que se piensa a primera vista, ser editor de un libro no es una tarea nada sencilla: implica tener muy claro el objetivo y el concepto de lo que se desea; los usuarios o público meta a quienes va dirigido nuestro esfuerzo; la adecuada selección de los autores, no solo por su calidad científico-técnica, sino también por su habilidad para saber comunicar y su compromiso y puntualidad en cuanto a la meta propuesta; el esmero en evitar redundancias entre capítulos, así como vacíos en el texto general, etc.; y la coordinación adecuada con la casa editorial, especialmente en cuanto a formatos, costos, etc.

Especifico todo esto para destacar que Javier logró con creces su objetivo, al involucrar nada menos que a 30 especialistas en sus respectivas disciplinas, para entregarnos un libro de gran calidad estética, empastado, con casi 500 páginas en papel brillante, y profusamente ilustrada, con 81 figuras y 600 fotos a todo color. Pero, y esto es lo más importante, con información muy útil para los agricultores que se han atrevido a producir en ambientes protegidos, innovadora modalidad en la que México tiene mucho que enseñar a los demás países de América Latina. Es decir, parte de la realidad mexicana, pero tiene un valor mucho más amplio, de modo que, con inteligencia y creatividad es posible capitalizar la rica experiencia acumulada por los agricultores y técnicos mexicanos, hermanos con los que tan bien nos llevamos, excepto cuando se trata de fútbol.

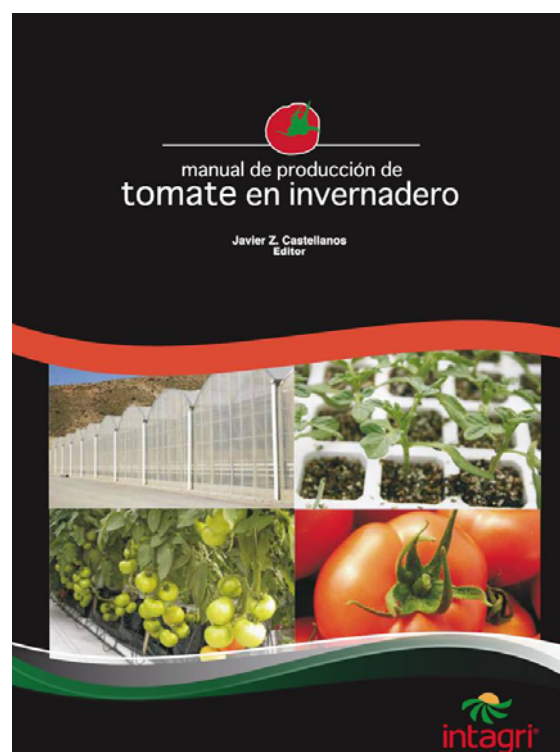
Así, prácticamente no hay tema o concepto que no haya sido abordado. Hay capítulos denominados así: panorama de la

horticultura protegida en México; estructuras de invernaderos y cubiertas de protección; manejo del cultivo de tomate en invernadero; el injerto en tomate; los sustratos en la horticultura protegida; formulación de la solución nutritiva; manejo del riego en sustratos; manejo de la fertirrigación del tomate en suelo; el tensiómetro para medir la humedad del suelo; el uso de medidores de iones, pH y conductividad eléctrica; manejo integrado de plagas, subdividido en la bioecología, epidemiología y manejo de plagas clave (moscas blancas, paratrizoza, trips, pulgones, araña roja, pudriciones radiculares, marchitez y pudrición de la corona y raíz, verticilosis, cenicilla, tizón tardío, tizón temprano, moho gris, cáncer bacteriano, mancha bacteriana, marchitez bacteriana, nemátodos); recolección, empaque y manejo en postcosecha; inocuidad en la producción y empaque; y variedades de tomate aptas para producir en invernaderos.

Nótese que, por los problemas inherentes a la producción en ambientes protegidos, así como por las tecnologías empleadas, mucha de esta información además es extrapolable al chile dulce, cucurbitáceas y otros cultivos sembrados en invernaderos, lo cual aumenta la utilidad de este libro.

Finalmente, cabe resaltar que dicho libro salió a la luz en el año 2009, y que ha tenido una acogida cada vez más amplia en América Latina. Si elaboramos esta reseña dos años después, esto obedece a la buena noticia de que, gracias al interés de algunos técnicos costarricenses, por fin el libro está a nuestro alcance. En efecto, desde hace unas pocas semanas está a la venta en la Librería Universitaria, por un precio de 52.000 colones, que a primera vista parece un precio alto para nuestros estándares, pero que realmente no lo es, considerando su excelente contenido y su alta calidad estética. Los interesados pueden ver más información en el siguiente sitio de internet: <http://libreriaucr.com>

No cabe duda de que hoy, cuando la producción en ambientes protegidos ha tomado tanto auge en nuestro país, y se carece de información técnica de calidad, este libro representa un invaluable recurso, tanto para agricultores como para extensionistas, e incluso para investigadores. En ese sentido, insto a los interesados a adquirirlo, para ellos o las bibliotecas de sus instituciones o empresas, a la vez que felicito a mi entrañable amigo Javier por haberse aventurado a acometer el desafío de editar, producir y publicar tan significativa obra.



Algunas actividades del ProNAP durante este bimestre

Francisco Marín Thiele
Gerente de ProNAP
framathi@costarricense.cr

PARTICIPACIÓN EN CURSO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

El ProNAP fue invitado a participar en una actividad que forma parte del plan de estudios del curso de “Principios y Sistemas de Producción Agrícola”, AF-0117, de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica. En esta oportunidad y bajo el esquema de un taller, varias disciplinas estuvieron representadas y ofrecieron a los estudiantes guía de campo relacionada con diversos temas, entre los que se encontraban materiales de cerramiento y estructuras (otros temas como gestión de clima o elementos de la producción fueron atendidos por docentes de la Universidad). Posterior a ello, los estudiantes realizaron una exposición sobre lo aprendido y

diversidad de experiencias, nacionales e internacionales, tendencias y particularmente, la identificación de elementos clave para mejor comprender los alcances e implicaciones de los sistemas agrícolas intensivos que se utilizan para la agricultura protegida.

Queda aún mucho por hacer, aprender y experimentar, mucho por validar, tanto para estudiantes y profesores de la Universidad de Costa Rica, como de otras instituciones nacionales. Sin embargo, el hecho de que la Academia ya están incluyendo en sus planes de estudio acciones orientadas hacia la comprensión holística de estos sistemas alternativos de producción, es de especial significado para el futuro de nuestro país, puesto que históricamente se ha carecido de opciones locales estructuradas para la formación de los profesionales en ámbitos como este en cuestión, hechos que en el corto plazo permitirá a los productores responder ante tantas amenazas en los cambiantes mercados.



fueron sometidos a escrutinio por los profesores.

Varios aspectos son de gran valía además de los propiamente académicos. Los educandos tuvieron la oportunidad de compartir y aprender mediante la interacción con representantes de distintos sectores (academia, asesores y empresarios privados e institución pública), con lo cual lograr criterios amplios basados en tal



INDUCCIÓN A PRODUCTORES DEL PROGRAMA BINACIONAL SIXAOLA COSTA RICA-PANAMÁ

Con el objetivo de brindar una opción para nuevas actividades y continuando con el proceso de trabajo que se viene realizando con el Programa Binacional de la Cuenca del Río Sixaola, se desarrolló una actividad de inducción a personas con potencial para atender un módulo de producción protegida. **ProNAP**, junto con la Universidad de Costa Rica (Programa de Hortalizas) y los administradores del Programa Binacional, propiciaron un encuentro para ofrecer apoyo con miras hacia facilitar la incursión en este campo, de pequeños productores y productoras. Los principios de la agricultura protegida y la aplicación de técnicas de producción hidropónica, fueron tratados al amparo de un claro interés y de abundante participación.



Como acción de complemento de la visita a la zona de influencia del proyecto, se observaron las condiciones de seis lotes con posibilidades para instalar las unidades productivas. Los aspectos técnicos de mayor relevancia en la zona tienen que ver con la radiación, las comunicaciones y los riesgos de inundación, variables que se considerarían en la selección final de los sitios.

El siguiente paso, será una visita técnica guiada con el fin de cimentar los conocimientos en los usuarios y propiciar el entendimiento acerca de las aplicaciones bajo el efecto de distintos ambientes.



RECORDATORIO

El seminario sobre “Peligros y Riesgos para Invernaderos”, se encuentra proyectado para el 11 de noviembre en la sede del Colegio del Ingenieros Agrónomos en Moravia. Para mayor información comunicarse con Hazel Guillén mediante hguillén@ingagr.or.cr

Código **APB-43**

Este Boletín ha sido elaborado por la Gerencia del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola en Ambientes Protegidos, adscrito al despacho del Ministro de Agricultura y Ganadería de Costa Rica a través de la Dirección Superior de Operaciones. Pretende proveer a los usuarios información relacionada con los diversos sectores de la producción agrícola bajo ambientes protegidos. Las contribuciones son responsabilidad de sus autores y no necesariamente implican una recomendación o aplicación generalizada. Para más información, diríjase a los colaboradores o comuníquese mediante los teléfonos **(506)-2232-1949, (506)-2231-2344** extensión **166**.
Edición: Francisco Marín Thiele