

Así, la cantidad requerida por metro cuadrado se multiplica por el área de cultivo y se calculan las necesidades **mínimas** totales de agua almacenada, por ejemplo 24,2 m³ para 400 m² de lechuga y 122 m³ para 500 m² de cultivo de melón. Visto de otra forma, para 100 m² de lechuga se requieren 6050 litros de agua (ver cuadro 3), que equivale a cerca de 30 estañones, o a un reservorio de 6 x 5 x 2 m, para cada cosecha.

Cuadro 3 Cálculo hipotético de requerimientos de agua por almacenar

Cantidad mínima de litros requerida para desarrollar el cultivo					
Área (m ²)	100	200	300	400	500
lechuga	6,050	12,100	18,150	24,200	30,250
melón	24,400	48,800	73,200	97,600	122,000

LAS PREGUNTAS

Gran cantidad de inquietudes deben mover al productor y los técnicos a pensar en los requerimientos para ello, que van de la mano con la magnitud de los proyectos y las zonas de trabajo:

- Cuánta lluvia se presenta en la zona y cuánto dura la estación seca?
- Cuánta área de techo existe y cuánta agua se puede capturar?
- Qué cultivos se deben o puede producir?
- Cuáles son los niveles de evaporación y transpiración esperados?
- Cuál es el requerimiento de los cultivos?
- Cuánto volumen de almacenamiento se requiere?
- Qué sistema de reservorio puede adoptarse?
- Qué acciones de orden normativo-legal deben seguirse?
- Cuáles son los requerimientos estructurales e hidráulicos?
- Qué tratamiento debe darse al agua antes de regar?
- Cuál es el costo del sistema de conducción y de ferti-irrigación?
- Cuál es la relación beneficio/costo? Y el costo de oportunidad?

De ello se desprende la gran necesidad de usar eficientemente el agua. Los sistemas de captación y almacenamiento son entonces parte fundamental. Pero otras acciones son también de suma importancia para lograr mejoras en el clima interno de la estructura, en particular la regulación de la temperatura. Por ejemplo, usar plásticos adecuados a la estación, para reducir la cantidad de radiación incidente y estimular la máxima difusión de la luz, utilizar mallas termo-reflectivas, a fin de reducir el ingreso de ondas radiantes en los momentos críticos del día, construir estructuras abiertas o con paredes de malla de poro grande; o bien, módulos altos con cenitales propias para estimular la salida del calor. En algunas oportunidades, los cobertores blancos o plata ("mulch") apoyan el reflejo de la radiación. Y nunca olvidar que el agua remanente debe canalizarse de manera segura.

Este material fue elaborado por el **Francisco Marín Thiele**, gerente del ProNAP
Mayo de 2014

El ProNAP es una unidad adscrita al Despacho Ministerial
del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica
Para comunicarse con la Gerencia llamar al teléfono (506) 2232-1949
o escribir a la dirección de correo electrónico agricultura.protegida@mag.go.cr



Este documento ha sido impreso gracias al aporte de la Fundación para el Fomento y la Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Costa Rica, como parte del proyecto P-01-14.



ALMACENAMIENTO DE AGUA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Programa Nacional Sectorial
de Producción Agrícola
bajo Ambientes Protegidos
ProNAP

APB-073

Es de esperar que con el proceso de cambio climático, haya variaciones importantes en las condiciones meteorológicas y por esto mismo, que los modelos de trabajo en agricultura se vean afectados. Los cambios se reflejarían por ejemplo, en aumentos de las temperaturas, en la radiación y en desajustes de los patrones de lluvia (en cantidad y tiempo). Es notorio que eso ya está sucediendo y que la producción de alimentos será alterada. De allí la necesidad de tomar previsiones para la mejor respuesta; y la agricultura protegida ofrece algunas herramientas en este sentido.

ALGUNAS RAZONES TÉCNICAS

El incremento en la temperatura afecta las plantas al inducir la apertura de los estomas para favorecer la reducción de calor, lo cual finalmente ocasiona pérdida de agua (**transpiración**) y aumentan por ello los requerimientos hídricos del cultivo. Así mismo, aire más caliente tiene mayor capacidad de contener más humedad, por lo cual captura más agua al contacto con las plantas. Con las construcciones para agricultura protegida, es normal que se incremente la temperatura debido al rebote interno de la radiación y reducción del flujo de aire, por efecto de plásticos y mallas respectivamente. Por eso, el diseño y manejo de módulos para agricultura protegida, requieren de especial atención, pues la remoción del aire caliente es necesaria para reducir la temperatura dentro del módulo. Si a ello se añade lo que provoca la radiación en el suelo y los sustratos (**evaporación**), el proceso de pérdida de agua se incrementa y por supuesto, aumentan las necesidades de uso para mantener el acceso de las raíces al preciado líquido.

En la agricultura protegida, la correcta selección de materiales es de vital importancia. Los plásticos y mallas para techos y paredes, permitirían reducir la incidencia, o mejorar la salida, de radiación infra-roja, que genera calor. Las mallas de paredes pueden ejercer cierto control sobre la pérdida de agua por evaporación y evapotranspiración al regularse la cantidad o la velocidad del aire que ingresa.

Por esto, se menciona que en la producción protegida, hay una **eficiencia en el uso de agua mayor al 75 %**. Esa eficiencia depende de varios factores, como el tipo de sustratos o suelo, el tipo de cultivo y la edad y por supuesto, de las condiciones internas del módulo y su administración.

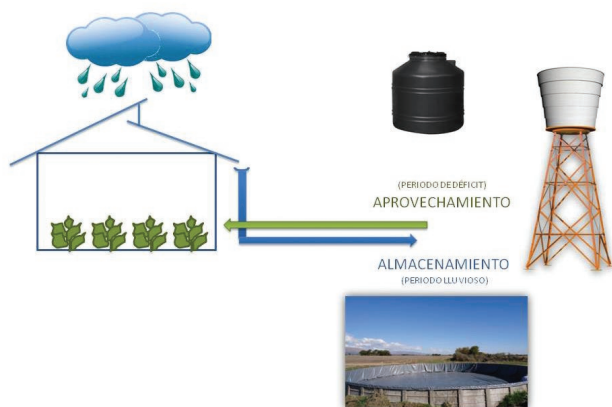


Figura 1. Esquema de captura de agua con techos: se recolecta en canchales y se lleva a recolectores (tanques plásticos, Australianos, batería de estañones, etc). Se emplea de manera regular o durante los periodos de carencia, no si antes atender requerimientos de filtrado, bombeo y desinfección.

Cuadro 1. requerimiento diario de agua para algunos cultivos (en litros por metro cuadrado)	
Lechuga	0,8 hasta 2,5
Melón	0,1 hasta 4,8
Pepino	0,3 hasta 3,5
Pimiento	0,7 hasta 4,9
Sandía	0,1 hasta 4,8
Tomate	0,1 hasta 4,7
Vainica	0,8 hasta 5,9

SOPORTE TÉCNICO

Es necesario conocer los datos meteorológicos que caracterizan la zona de trabajo, lo cual incluye los valores de evapotranspiración. Pero ello además debe ligarse con los requerimientos propios del cultivo. Esta información es de vital importancia para iniciar los cálculos de requerimiento y se puede encontrar en diversidad de investigaciones, aunque varía de acuerdo con las condiciones de cultivo y el clima de la zona. En el cuadro

1 se resumen algunos ejemplos, de consumo de agua por metro cuadrado de invernadero según cultivo (pueden variar según zona o estación). Esto debe consultarse al experto.

ALMACENAMIENTO DE AGUA

Hay diversidad de formas para recolectar agua; la más inmediata podría ser aprovechar los techos de las mismas unidades productivas. Se calcula que cada 1000 mm de lluvia significa 1 m³ de agua, es decir, 1000 litros por cada metro cuadrado de techo. Un periodo lluvioso en el que lluevan 2000 mm, permitiría capturar hasta 1.000.000 de litros de agua (1000 m³) con un techo de 500 m².

A MODO DE EJEMPLO...

Averiguar las necesidades de almacenamiento de agua para dos cultivos en estación seca.

-Área de techo del módulo: 500 m²

-Periodo lluvioso: 1000 mm

-Posibilidades de recolección: hasta 500.000 litros (500 m² x 0,1 m = 500 m³)

-Cultivos: lechuga y melón (ver requerimientos en el cuadro 1)

En un caso **hipotético** de relación de consumo de agua por los cultivos, se hace un cálculo según el ciclo del cultivo; en este ejemplo de **37** días para lechuga y de **100** para melón.

Utilizando valores teóricos de cálculo, puede demostrarse la cantidad de agua **efectiva** requerida. A ello debe sumarse las pérdidas por evaporación, fugas y conducción durante el almacenamiento y aplicación. Por ejemplo, la evaporación puede ser de 2-3 mm diarios, esto es, hasta 2-3 litros; en ello reside la importancia de reducir la superficie de exposición haciendo reservorios más profundos, o cubrirlos.

Cuadro 2 Cálculo hipotético de requerimientos de agua de cultivos en el tiempo.

Litros por metro cuadrado por día requeridos (requerimiento*x días = litros)										TOTAL	
Días acumulados	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	L/m ²
lechuga	0,8*10 = 8	1,5*10 = 15	2,0*10 = 20	2,5*7 = 17,5							60,5
melón	0,1*10 = 1	0,5*10 = 5	1,0*10 = 10	2,0*10 = 20	2,5*10 = 25	2,5*10 = 25	3,0*10 = 30	3,5*10 = 35	4,5*10 = 45	4,8*10 = 48	244