

# BOLETÍN DEL PROGRAMA NACIONAL SECTORIAL DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS

Año 4 (número 23)  
Julio-Agosto de 2010



- 2** Materiales de cerramiento para invernaderos

---

- 8** Iniciadas las pasantías en Zarcero

---

- 9** 1 °C



# MATERIALES DE CERRAMIENTO PARA INVERNADEROS

Guido Barquero V.  
Novedades Agrícolas de Costa Rica  
[solatec@ice.co.cr](mailto:solatec@ice.co.cr)

*E*l proceso de envejecimiento de los cerramientos del invernadero nos hace requerir de un plan de renovación en los materiales utilizados, nos referimos principalmente a plásticos de cubiertas o perimetrales, mallas anti insectos, mallas de sombreo y mallas para suelo, también conocidas como "ground cover". Estos materiales plásticos son el resultado de la combinación de polímeros y aditivos que confieren características específicas para diferentes aplicaciones. Todos ellos son plásticos, conocidos como polietileno de baja densidad o "LDPE", polietileno alta densidad o "HDPE" y polipropileno o "PE".

El plan de renovación de materiales plásticos del invernadero está totalmente ligado a las características técnicas del material a utilizar. Es por esto que es importante conocer cuáles son y sobre todo cuál es la vida útil que proporciona, esto con el fin de optimizar su manejo y la inversión. Pasemos a conocer las características más convenientes que deben tener estos materiales.

## 1. **Plásticos de cubierta**

La elección de la lámina de plástico por instalar como cubierta de invernadero,

es una decisión no fácil y que va a depender de muchas variables como el tipo de invernadero, la orientación, la zona en la que se localiza, las necesidades climáticas del cultivo por desarrollar, etc.

Las láminas para uso agrícola se han tecnificado en los últimos años intentando dar solución a las diferentes necesidades, en función de cada una de las variables que se puedan presentar. Como principio general, podríamos admitir que el "film" por utilizar debe ser lo más transparente a la radiación PAR (radiación fotosintética activa) y lo más impermeable a la radiación infrarroja larga procedente del suelo, las plantas y la estructura. Además debería conservar las características que ofrece durante su vida útil.

Una lámina de cubierta de invernadero debe mantener su efectividad durante toda su vida útil. Se entiende normalmente por duración, el tiempo durante el cual el "film" mantiene su integridad física. La duración de las láminas de cubierta de invernadero oscila entre un ciclo de producción y varios años, dependiendo del tipo del producto, el cultivo, la estructura de invernadero, la zona geográfica, etc. Cuando una lámina pierde sus propiedades hasta hacer imposible su utilización se dice que está

degradada. En estas condiciones el plástico se vuelve frágil y quebradizo, y pierde capacidad de transmisión de luz. Para asegurar la duración y el mantenimiento de las propiedades, se utilizan aditivos estabilizantes contra la radiación UV.

Un adecuado plástico de cubierta debe ser una lámina tri-capa que permita aprovechar al máximo las ventajas en cada capa. Para ello, el aditivo que aporte propiedades específicas, debe ser ubicado en la capa donde se consiga el efecto deseado. La capa exterior debe ser resistente y antiadherente, debe poseer aditivos contra la radiación UV; la capa intermedia debe tener un alto contenido de EVA (co-polímero acetato de vinilo) aportando tanto termicidad como disminuyendo la rigidez y dureza, por lo tanto aumentando la elasticidad. Por último la capa interior aporta difusión de luz y brinda estabilizadores ante los plaguicidas. Un plástico de calidad debe indicar cuál es el lado interno de la lámina.

Es indispensable asegurar la duración y el mantenimiento de las propiedades y por esto que es necesario estar seguros que los materiales que utilizaremos contengan aditivos estabilizantes. Sobresalen los que se utilizan contra la radiación UV, pues esta radiación provoca la oxidación y la rotura de las moléculas del polímero. La degradación producida por los productos fitosanitarios utilizados en los invernaderos es de suma importancia, especialmente los que contienen azufre y/o cloro, pues reaccionan con la lámina, acelerando el proceso de degradación. Por último, la degradación térmica en las zonas de contacto del "film" con la

estructura del invernadero (sobre todo en sus partes metálicas) hace que la temperatura que se alcanza, sea tan elevada que acelera exponencialmente la degradación iniciada por las causas citadas anteriormente.



**Imagen microscópica de un plástico tricapa**

Una característica muy cuestionada es el espesor medio de una cubierta plástica. Muchas veces se asegura que esta depende más de la calidad de la luz que transmita y no a su espesor. Sin embargo esto es cierto si la calidad de la estructura no permite el mantenimiento y principalmente la limpieza de las cubiertas al menos una vez al año. En forma práctica un plástico de buen espesor brinda a su vez un buen contenido de estabilizadores y aditamentos que aseguran una adecuada duración, buenas propiedades ópticas y mecánicas para el uso que fue creado. El espesor de un plástico se debe medir en **micras**, sin embargo por influencia norteamericana utilizamos **milésimas de pulgada**, pero también existe una unidad de medida exclusivamente española conocida como **galgas**. Un buen plástico debe tener entre 180 y 200 micras que

corresponden a 720 y 800 galgas o bien 8,6 y 9,5 milésimas de pulgada.

Con las condiciones climáticas que se presentan en nuestro país, donde aproximadamente el 70 % de los días del año después de las 2:00 pm se presentan altos niveles de nubosidad, es indispensable contar con plásticos que tengan una buena transmisión de luz global visible, de ser posible superior al 85%, donde esta luz al menos un 40% sea luz difusa, para que a su vez nos permita evitar sombreo dentro de las estructuras.

Al efectuar el montaje evite que la lámina quede demasiado tensa, procurando efectuar el montaje en horas de poco calor, sin estirar demasiado la película y evitando pliegues y arrugas. Las zonas de la película en contacto con la estructura, se pueden pintar por la cara externa, con pintura acrílica o vinílica, de color claro. No utilice pinturas tensoactivas.

No quemar restos vegetales, o de materiales plásticos en el interior ni cerca del invernadero. Los productos de combustión dañan el plástico. Procure instalar la lámina de cubierta después de la época seca, con lo cual evitará que la lámina reciba una elevada radiación al comienzo de su exposición, y alargará su vida notablemente. Si le sobra alguna bobina, guárdela en un lugar oscuro y seco; de ser posible cúbrala con un plástico de color negro.

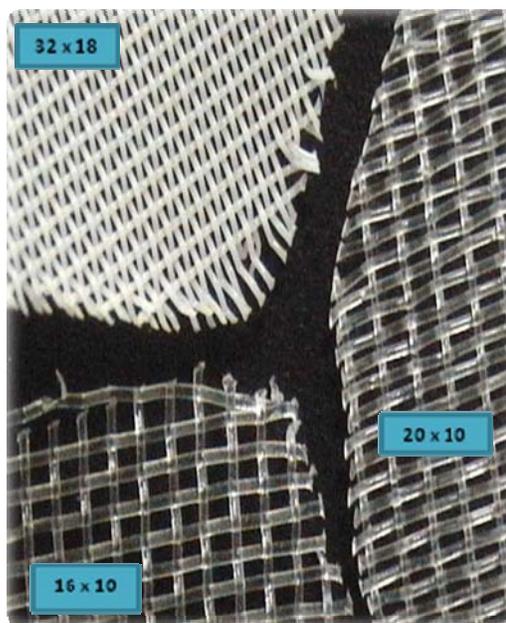
## 2. **Mallas anti-insectos**

La ventaja de usar una pantalla preventiva contra insectos, es que además

de ahorrar en plaguicidas, el mercado también espera y está dispuesto a pagar más por frutas y vegetales que son producidos de una forma más natural, sin residuos de toxinas producto del uso de agroquímicos.

La manera más natural de intervenir en un cultivo, sin el uso de químicos que pudieran tener efectos secundarios, es usando las mallas anti insectos.

Por lo general, las mallas anti insectos tienen una vida promedio del doble que la un plástico de cubierta, en otras palabras su reposición casi siempre se realizan cada dos cambios de plástico. Al igual que las mallas de sombreo, se fabrican con polietileno de alta densidad o HDPE.



**Principales tramas de mallas anti insectos.**

Gracias a que su tejido es extremadamente continuo, actúan como verdaderas barreras contra insectos adversos, evitando además de esta

manera la propagación de microorganismos como los virus. A diferencia de otros productos menos efectivos, las mallas anti insectos se fabrican con polietileno transparente y permiten hasta un 50% de circulación del aire.

Las mallas anti insectos, de sombreado o de suelo, están compuestas por un tejido longitudinal conocido como **urdimbre** y otro transversal llamado **trama**. Lo más conveniente es clasificar estos tejidos por el número de hilos que tiene por cada centímetro cuadrado, diferenciando los que hay en la urdimbre y trama. Así pues, una malla de 16x10 tendrá 16 hilos/cm en la urdimbre y 10 hilos/cm en la trama; también se pueden referenciar en hilos por pulgada.

Las mallas 16 x 10 se dicen ser mallas anti-áfidos y lograr un control casi completo contra mosca blanca, sin embargo se ha comprobado que estados inmaduros de *Bemisia tabaci* pueden colarse por esta dimensiones; la malla 20x10 no permite el paso de ningún tipo de mosca blanca. Este espesor de malla es la que se ha denominado como anti trips, lo cual tampoco es totalmente cierto

pues se ha demostrado que muchos estados inmaduros de estos insectos son capaces de colarse. Las mallas de dimensiones 32 x 18 son las que garantizan el total control de trips, sin embargo en nuestras condiciones climáticas son totalmente inconvenientes ya que minimizan el paso de la ventilación natural y por lo tanto el intercambio gaseoso del invernadero con el exterior. La decisión acerca de cuál malla utilizar, radica muchas veces en la presión de plaga de la zona donde se encuentra el invernadero, así como las posibilidades de manejo climático del mismo y el cultivo que se desarrollará.

El mercado mundial de mallas anti insectos renueva cada día sus productos, recientemente se ha presentado una innovación muy importante con mallas foto selectivas conocidas como Bionet con tramas 20x 10, donde las principales casas productoras de estos materiales, la señalan como un producto con un mayor y mejor control, pues presentan a este material como una zona no visible para los insectos, gracias a la posibilidad de interferir en su rango de luz visible. Las características técnicas de las mallas anti insectos más utilizadas en las estructuras de invernadero, se presentan en el cuadro anexo.

### 3. Mallas para sombreado

Estas mallas se utilizan en la elaboración de pantallas de sombreado de los invernaderos; al igual que las mallas anti insectos tienen una vida entre 5 y 6 años. En su elaboración

| Espeor               | 20 x 10 hilos/cm <sup>2</sup> | 16 x 10 hilos/cm <sup>2</sup> |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Material             | HD PE + estabilizantes        | HD PE + estabilizantes        |
| Hilos                |                               |                               |
| Urdimbre             | 20 hilos de monofilamento     | 16 hilos de monofilamento     |
| Trama                | 10 hilos de monofilamento     | 10 hilos de monofilamento     |
| Diámetro hilo        | 0.23 mm                       | 0.25 mm                       |
| Peso                 | 145 gr/m <sup>2</sup> (aprox) | 135 gr/m <sup>2</sup> (aprox) |
| Resistencia mecánica | 45                            | 110                           |
| Resistencia U.V.     | 500                           | 500                           |
| Alargamiento rotura  | 22%                           | 22%                           |
| Porosidad            | 64 %                          | 71 %                          |
| Porometría           | 0.27 x 0.77 %                 | 0.27 x 0.97 %                 |
| Cobertura luz        | 36%                           | 29%                           |



principalmente se realiza con hilos de polipropileno (PE) y monofilamentos en forma de hilos o cintas "aluminizadas" con lo que aporta además la función de pantalla térmica. Tienen además un aditamento muy completo, incluso algunos son fotoselectivos y pueden utilizar colorantes con otras funciones o características específicas, encontrándose materiales de color azul, blanco, negro, verde, blanco/azul, blanco/verde y varios tonos de gris y platas.



Los tipos de malla variarán según el porcentaje de sombra o protección que se desea dar al cultivo. Las mallas sombreadoras cumplen la función de proporcionar a las plantas condiciones microclimáticas apropiadas. Es por este motivo que en el mercado existe una gran variedad de mallas sombreadoras, que son definidas sobre la base del porcentaje de sombra que requieren las plantas que crecen bajo ellas. Lo ideal sería que para cada planta cultivada se adecue el porcentaje de sombra requerido, incluso

para cada fase de su desarrollo. Pero en la práctica esto resulta ser bastante difícil o costoso.

Las mallas más utilizadas en invernadero presentan una amplia variedad de tramados, proporcionando distintos porcentajes de sombra y oscilan entre 20-95%. Variantes de ellas son las **pantallas térmicas** que se utilizan para disminuir la energía perdida durante la noche en forma de emisión de radiación de onda larga. Las pantallas térmicas pueden ser más elaboradas y en algunos casos utilizan hilos de poliéster con cintas de polietileno, con una o dos caras aluminizadas. Las más eficientes son las que tienen ambas caras aluminizadas, ya que consiguen manejar mejor una temperatura del cultivo más alta. Las cintas aluminizadas son de unos 5 mm de anchura, colocadas de forma paralela entre ellas y formando una tela por la unión con cadenas de filamentos de poliéster. Las tiras de aluminio pueden reflejar hasta el 90% de la radiación solar. Con estas pantallas se consigue una disminución de la temperatura en época seca, y un aumento durante la época lluviosa.

En nuestras condiciones tropicales se deben utilizar las pantallas térmicas denominadas como abiertas, que permiten el intercambio gaseoso principalmente durante el día, logrando una mejor circulación de aire, con lo que se mejora el microclima para el cultivo y evitando la condensación dentro del invernadero. Sin lugar a dudas también

favorece enormemente con el ambiente laboral para los trabajadores.

#### 4. Cubiertas para el suelo

Generalmente se utiliza una malla de polipropileno o PE para recubrimiento del suelo. En cultivo en suelo, la malla impide el crecimiento de las malas hierbas y conserva la humedad, dejando además pasar a través de ella el agua, aire y nutrientes, permitiendo así la respiración radicular.

Con su uso se reducen las labores de limpieza, facilitando además las tareas de movimiento y manipulación de contenedores, plantas y una cosecha más efectiva e higiénica.

Sus principales características son las siguientes:

| Mallas cubre-suelos  |   |
|----------------------|---|
| Material             | PE + estabilizantes                                   |
| Resistencia mecánica |   |
| Urdimbre             | 113 kp / 5 cm por urdimbre                            |
| Trama                | 72 kp / 5 cm por trama                                |
| Peso                 | 100 gr/m <sup>2</sup> (aprox)                         |
| Color                | Blanco o negro con líneas verdes o azules cada 25 cm. |
| Cobertura a luz      | 100%  |

Las mallas pueden ser de varios colores; la más utilizada en invernaderos para producción de hortalizas es la de color blanco, pues este favorece la reflexión de la luz lo que incide en el incremento de la actividad fotosintética. Otro factor a su favor es que este color no incrementa el aumento de temperatura dentro de la estructura. Por su parte el color negro se utiliza principalmente en

cultivos ornamentales o en zonas de baja temperatura donde se requiere más bien incrementarla. En situaciones particulares se pueden fabricar bajo pedido otros colores, por ejemplo verde o rojo. Este último se utiliza en cultivos donde se requiera mejorar la tonalidad de las frutas, principalmente tomate.

En cuanto a los anchos disponibles, existe posibilidad de obtener material desde los 1,00 hasta los 5,25 metros de ancho, por el largo que se requiera. Generalmente las mallas de suelo se colocan en línea con las camas de cultivo o a lo ancho del módulo. En este caso se requiere conocer las distancias de los pilares centrales y considerar un traslape de al menos 0,25 metros entre cada paño.

La vida útil de este tipo de materiales, depende muchísimo de su calidad, la cual generalmente se determina por la cantidad de gramos de producto por metro cuadrado. El estándar generalmente es de 100 g por metro cuadro, sin embargo se encuentran materiales desde 85 hasta 130 g/m<sup>2</sup>.



# Iniciadas las pasantías en Zarcero

Gustavo Quesada Roldán  
Programa de Hortalizas, Universidad de Costa Rica  
[gustavo.quesada@ucr.ac.cr](mailto:gustavo.quesada@ucr.ac.cr)

Como parte del compromiso de apoyo a los sectores productivos, en un esfuerzo conjunto de la Universidad de Costa Rica, el Programa Nacional de Ambientes Protegidos ProNAP, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y Coopagrimar, recientemente ha iniciado en la zona de Palmira de Zarcero, en Alfaro Ruiz, el proyecto de pasantías profesionales.

Durante el resto de este año, dos estudiantes de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, desarrollarán en dos invernaderos de esa comunidad su trabajo de práctica profesional. Este año se trabarán los temas de "Gestión del clima interno en invernaderos" y "Monitoreo, prevención y control de poblaciones de mosca blanca en invernadero".

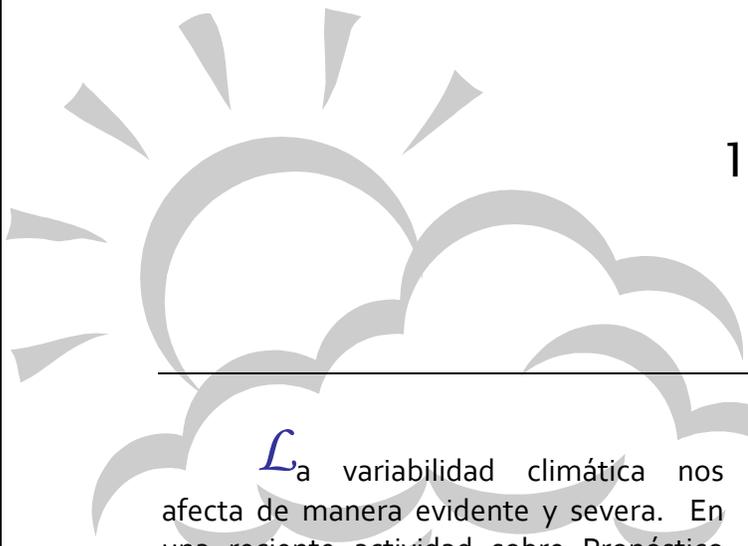
El primer tema estará cubierto por el estudiante Paúl Solórzano y el objetivo será determinar el efecto del diseño de los invernaderos y su ubicación geográfica sobre el comportamiento de tres factores climáticos: temperatura, humedad relativa, y luminosidad y evaluar su efecto sobre el desarrollo y productividad de plantas de chile dulce. Para el desarrollo de este trabajará se contará además con el aporte de equipos científicos para el registro de la información de parte de la Escuela de Ingeniería Agrícola de la

Universidad de Costa Rica y con el soporte técnico del Ing. Guido Barquero colaborador del ProNAP. El segundo tema lo cubrirá el estudiante Andrés Hernández y el objetivo será implementar un sistema de monitoreo de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* y/o *Trialeurodes vaporariorum*) en dos invernaderos dedicados al cultivo del chile dulce. Para este tema también el Dr. Luko Hilje, colaborador del ProNAP y experto latinoamericano en esta materia, brindará aportes y asesoría al estudiante.

Con este esfuerzo se espera brindar aportes y soluciones importantes en temas de trascendencia en una zona de tradición hortícola y que ha venido adaptando buena parte de sus sistemas de producción hacia los ambiente protegidos.



En la visita inicial y en orden usual, uno de los productores, Señor Nautilio Blanco, Ing. Guido Barquero, Ing. Héctor Campos, los estudiantes Andrés Hernández y Paúl Solórzano y el Ing. Gustavo Quesada.



# 1 °C

Francisco Marín Thiele  
Gerente del ProNAP  
[framathi@costarricense.cr](mailto:framathi@costarricense.cr)

La variabilidad climática nos afecta de manera evidente y severa. En una reciente actividad sobre Pronóstico Agroclimático (CENAT, 26 de agosto), se estableció la necesidad de una permanente observación como herramienta para la toma de decisiones; ello basado en el hecho que los eventos del cambio climático han variado su comportamiento y que las alteraciones en el clima se prevén como de mayores consecuencias. Por ejemplo, se estima que habrá un incremento en la magnitud del fenómeno ENOS (El niño y La Niña), lo cual significa en términos generales, mayores y más prolongados periodos de lluvias y periodos secos, según el proceso y la vertiente.

Sean pronósticos y criterios basados en unos u otros modelos, más o menos acertados, el hecho es que hay situaciones claramente visibles e indicadores técnicos debidamente formalizados que hay que aprovechar para prever situaciones particulares.

Muchos eventos extremos capturan la atención en cuanto se ven afectadas las obras de infraestructura y vivienda, pero pocos se orientan hacia las implicaciones sobre la producción de alimentos; se ha señalado con frecuencia que la agricultura será golpeada de diversas formas ante estos fenómenos

ambientales globales, aunque pocas son las herramientas de mitigación. De varias formas, la agricultura protegida podría responder ante diversas necesidades; ella se ha establecido como a fin de aminorar algunos agentes de clima perniciosos para las plantas, como el impacto de la lluvia, del viento o la nieve. Pero hay que ser claros en que el mecanismo llamado “efecto paraguas”, no representa solución para todas las condiciones, zonas geográficas o plantas cultivadas, según muchos inversionistas ya han podido constatar en la búsqueda de sitios para sus proyectos

Aunque con límites ante la magnitud de las expresiones de la naturaleza, los estándares en el diseño de las estructuras y los materiales de cerramiento, tal vez deberán repensarse en corto plazo, aunque esta es una situación que podría ser considerada como de rápida



respuesta. Sin embargo, la habilidad genética de los cultivos para tolerar nuevas condiciones, tal vez "más extremas", es un reto de elevada importancia para nuestros medios tropicales y es un proceso que requiere mucho más tiempo antes de poder brindar soluciones.

Hay una gran cantidad de elementos que deben ser considerados cuando se trata de los cultivos. Si es claro que para el cultivo de plantas bajo condiciones protegidas se requieren materiales adaptados a un nuevo ambiente, más energético, más razón habrá para pensar en que la protección física conlleva una elevación de la temperatura interna del área de cultivo y de allí parte una serie de respuestas en la fisiología de las plantas que, de no preverse ni controlarse, desemboca en polen inviable, abortos, malformación, etiolación, marchiteces, enfermedades (severidad y variedad) y otras más.



Tomemos como ejemplo el tomate, una de las plantas más estudiadas. Se ha establecido que sus procesos fenológicos son idóneos cuando se dan rangos de temperatura determinados; para germinación 15-25 C, para desarrollo de las plántulas 20-25 C, para floración 18-24 C, para fructificación 14-17 C de noche y 19-24 de día, para la formación de licopeno 20-24 C. En la figura se observan los límites térmicos en un invernadero común (un macro-túnel), la temperatura mínima fue de 14 C y la máxima de 35. La situación

a todas luces, parece poco deseable, en especial para los procesos más frágiles (con menor rango de temperatura) y por tanto dudamos de inmediato de la capacidad de ese módulo, para ese cultivo al menos. Y por tanto algo está fallando en la administración del clima interno!

Si pensamos por otro lado en que por cada 1 C de elevación en la temperatura, la capacidad de recolección de agua por el aire se incrementa en 6 %, entramos en una etapa en la cual las plantas se verán forzadas a transpirar más para establecer el equilibrio, lo que significa desgaste fisiológico y un alto costo en riego y nutrición; esto sin mencionar la mayor cantidad de agua que se requiere esté disponible para cumplir el ciclo de cultivo. Por otro lado, como los suelos requieren más agua para saturarse que otro sustrato debidamente diseñado, habrá que tomar consideración acerca de un apropiado estudio (porosidad, retención, etc.) de este concepto.

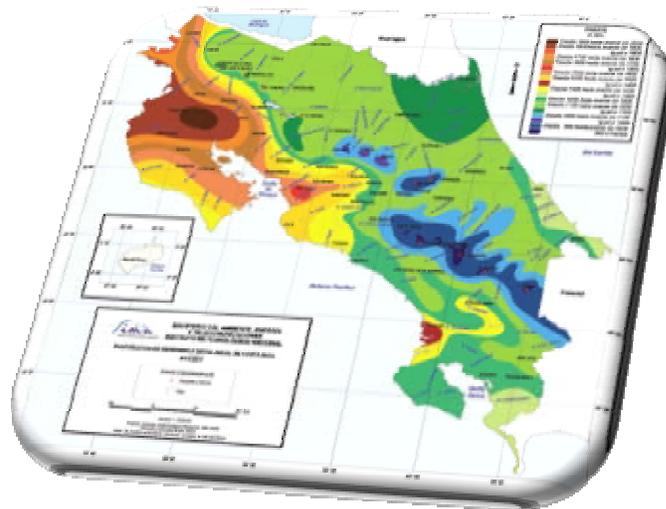
Y al contar con un aire más húmedo es probable también que las relaciones con los patógenos se vean alteradas. Algunos hongos particularmente, encontrarían mejores oportunidades al haber más biomasa y una mayor acumulación de carbohidratos en los tejidos, provocadas también por incrementos en el contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (el incremento en el CO<sub>2</sub> atmosférico también puede ocasionar alteraciones en la funcionalidad de los estomas). En otras condiciones, las

bajísimas humedades favorecerán a otras especies, como los oídios.

Cómo puede entonces la agricultura protegida brindar respuestas efectivas ante este importante asunto del cambio y las alteraciones en el clima? No muchas si no consideramos la naturaleza de cada proyecto y el apropiado uso de herramientas básicas. En este sentido, es importante mencionar que del censo de agricultura protegida 2008-2009, surgió información en cuanto que solamente 12,3 % de los módulos productivos contaba con un termómetro, en alguna parte de su estructura. Y surgen así inquietudes en torno del análisis y la lectura de las variables, en particular en torno de la relación de conocimiento entre los datos de la finca, los patrones regionales de clima y las predicciones de corto plazo. Si a esto sumamos que los automatismos son pocos y costosos, pues de qué servirían entonces sin este insumo?

En el mapa que se incluye, elaborado por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN del MINAET), se aprecia el comportamiento de la evapotranspiración media anual en el país. Si iniciamos pensamiento acerca de dónde se estresarían menos las plantas, probablemente nos encontraríamos en sitios con muy poca luminosidad efectiva o bien en condiciones topográficas no idóneas; esto es, no encontraremos condiciones ideales. Es así como todos los agentes involucrados deben poner

empeño en dotar a los productores con diseños de estructuras, cerramientos y mallas, en sitios en donde cultivares específicos y recursos como el agua, permitan con mayores aciertos, en conjunto, el desarrollo pretendido.



Lo anterior nos debe hacer recapacitar acerca de la importancia de la precisión. Y al hablar de precisión, no se considera a una élite tecnológica pues las implicaciones son para todos los niveles; lo más importante es procurar que el productor cuente con herramientas prácticas y en especial, con acceso a conocimiento que le permita medir e interpretar el comportamiento de las variables en el tiempo, en procura de bienestar para sus plantas... tal vez con  $1^{\circ}\text{C}$  de más o de menos, pueda hacerse la diferencia.

Código **APB-30**

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 bien comuníquese por medio de los teléfonos (506) 2232-1949, (506) 2257-9355 -extensión 356.  
Edición: F. Marín