



DEPARTAMENTO DE EXPLOTACION Y EXPERIMENTACION "LOS MORISCOS"



LO QUE EL AGRICULTOR NO DEBE IGNORAR AL INSTALAR UN INVERNADERO

José Manrique de Lara y Gil

(Continuación)

II. REGULARIDAD EN EL SUMINISTRO DE AGUA COMO CONDICION BASICA.

Este apartado es igualmente importante ya que, como hemos dicho en nuestro número anterior *"DONDE NO HAY AGUA, TAMPOCO PUEDE HABER AGRICULTURA"*, lo que indica que el agricultor antes de decidir el lugar de emplazamiento, investigará las disponibilidades de aguas para riego, posibilidad de su adquisición, red de conducciones, posibles combinaciones etc., para lograr este propósito. De resultar positiva esta investigación habrá que averiguar la calidad de agua y posibilidades de su uso con el asesoramiento de una persona especializada en el tema.

III. TIPOS DE CUBIERTAS O DE RECUBRIMIENTO, SUS PRO Y CONTRAS.

Además de cuanto indicábamos en el apartado correspondiente de nuestra primera publicación sobre el tema, hoy, seremos más explícitos, añadiendo que la característica que más nos interesa es su transparencia. Solamente si esta es buena se consiguiera unas condiciones ambientales favorables para el desarrollo de las plantas cultivadas.

Las propiedades óptimas que deben tener los materiales de cubierta o recubrimiento de un invernadero en lo que a transparencia a las radiaciones electromagnéticas (300-3.500 nm)

se refiere, son las siguientes, según NISEN (1950).

a). Reducir lo menos posible la cantidad de la luz incidente (radiación visible). Ya se sabe que la intensidad de la luz solar que llega hasta el suelo especialmente en los meses de invierno suele ser en algunos casos inferiores a la cantidad necesaria para la fotosíntesis.

b). No alterar, desfavorablemente, el espectro de emisión del sol. Recordemos a este punto que la utilidad del "ULTRAVIOLETA", es decir, su valor fisiológico, es bastante discutido; de todos modos podemos asegurar que los materiales de cubierta o de recubrimiento, exceptuando tan solo unos pocos, tienen una buena transparencia en relación con esta radiación, por lo menos en lo que se refiere a las longitudes de onda que nos interesa (300-380 nm).

Por lo que se refiere a la parte visible del espectro solar, recordemos por ahora que la fotosíntesis depende de él; volveremos a hablar de esto en su momento oportuno, y concretamente a la fotoselectividad de los materiales de recubrimiento.

Por lo que concierne a la banda de los infrarrojos, el material deberá permitir en grado máximo el "efecto-invernadero", fenómeno del que tendremos igualmente ocasión de volver a hablar.

Como colofón diremos que preferimos los materiales que ofrecen un espectro que se acerque lo más posi-

ble a la transmisión total, en las radiaciones de longitud de onda inferiores a 2.000, y que no dejen pasar radiaciones de longitud de onda superior.

a) CRISTAL

Desde los tiempos lejanos en que los únicos invernaderos eran los destinados a proteger "LOS NARANJOS" en los jardines botánicos, el cristal está considerado un excelente material de recubrimiento o cubierta.

Es fácil demostrar que por mucho tiempo éste ha sido el único material disponible y que, por lo tanto, no había donde escoger, pero, de todos modos hoy en día el cristal sigue siendo un material excelente por sus propiedades físicas.

Se comprende fácilmente que su propiedad más importante es su capacidad para dejarse atravesar por la luz natural; cuando mayor es la radiación solar que penetra a través de un material, mayor será su idoneidad para ser usado para recubrimiento.

Aún considerando las distintas radiaciones que forman el espectro solar, el cristal se comporta de manera que asegura la radiación global necesaria.

Es además necesario que el flujo luminoso alcance todas las hojas de las plantas, procurando que estas se hagan la menor sombra unas a otras. Esto en parte se puede lograr impidiendo que la luz sea directa, sino difusa, como se obtiene haciendo pasar la radiación solar a través de un vidrio impreso.

El cristal desde el punto de vista óptico, tiene por lo tanto dos ventajas: elevada transmisión del espectro visible y no modificar sensiblemente el espectro de emisión solar. Además, tiene otra característica muy interesante relativa a la energía calorífica.

Por regla general, el terreno y las plantas tienden a enfriarse radian-

do calor mediante ondas que varían entre 5.000 y 35.000 nm, a no ser que haya algo que impida o disminuya esta pérdida de calor. El cristal resulta ser un material excelente para esto porque no transmite ondas de longitud superiores a las 4,600 nm, es decir un buen "efecto-invernadero" que analizaremos más ampliamente al hablar de las variaciones de los factores ambientales en los invernaderos.

Otra de las ventajas que tiene el cristal es la de ser un buen aislante térmico y de conservar por mucho tiempo sus propiedades, puesto que es insensible a la irradiación natural, no se altera por efecto de los ácidos y de la humedad y es incombustible.

Las cualidades del cristal que hemos mencionado hasta ahora, le hacen muy apreciado por los que utilizan los invernaderos para sus cultivos, a pesar de su peso y de su fragilidad. En un primer momento se usó y, a veces se sigue usando, el cristal translúcido de 2-3 mm de espesor; sin embargo, esto provoca un efecto lupa que resulta perjudicial para las plantas por lo que se le ha sustituido con cristal tosco de unos 4 mm. de espesor, que permite una mayor difusión de la luz y que además puede ser utilizado en planchas de un tamaño mayor que las del cristal translúcido. Actualmente, las planchas de cristal miden unos 60 cm., de largo, se está proyectando llevar esta medida a unos 75 cm. con el fin de que, al cortar las planchas en las medidas estándar, no haya desperdicios de material.

Como es natural, el hecho de que aumente el tamaño de las planchas tiene mucha importancia por lo que se refiere a la transparencia de la cubierta o recubrimiento, porque de este modo disminuye el número de perfiles porta-cristales por cada unidad de superficie; además, al usar planchas de mayores dimensiones, aumenta la hermeticidad de la cons-

trucción, que más adelante veremos su importancia al hablar del coeficiente global de transmisión del calor y del balance termico del invernadero. Pero como igualmente dijimos este capitulo lo dejaremos para aquellos agricultores interesados en la calefacción, a los que informaremos previa consulta.

El cristal sencillo, translúcido, se le llama también "SCARTONE" y al cristal tosco se le llama, asimismo "CRISTAL TIPO JARDINERIA". Existe, asimismo otros tipos de cristal, el cristal impreso, biselado, rallado; de espesor variable 2 a 6 mm. El primero posee características parecidas al cristal-jardinería, tan solo su aislamiento es inferior, pero de todos modos resultan ser mayor que el de los cristales translúcidos normales.

Cuando haya que escoger para el recubrimiento, cristales, hay que tener en cuenta no solamente el factor económico, sino que hay que pensar también en las consecuencias de carácter fisiológico que provocan estos tipos de cristales.

Según GORINI (1961) para el pimiento y las curcúbitaceas parecían sacar mas provecho del uso del cristal "biselado" que del cristal llamado "SCARTONE"; es decir, el cristal normal translúcido; por el contrario, los crisantemos, las coles, las berenjenas, daban mejores respuestas estando bajo cristal translúcido.

El tipo de cristal usado influye también sobre las fases vegetativas, como ocurre con el geranio, que desarrolla mejor bajo cristal biselado, pero florece mejor bajo cristal tipo jardinería (el tosco).

Para sujetar los cristales se usan como es sabido, a las armaduras se usan pegamentos a base de colas polivinilicas que no necesitan ser mantenidas, también se puede usar para su sujeción muelles de hierro eliminándose así los pegamentos o masillas.

b). MATERIALES PLASTICOS

Ya hemos subrayado la importancia que va tomando la economía agrícola en la isla, siendo el desarrollo siempre creciente de los cultivos en invernaderos. Hay que reconocer que la expansión de cultivos de hortalizas y flores, ha facilitado la introducción de los materiales plasticos en la agricultura. La difusión de los materiales plásticos en el campo de los invernaderos ha sido muy rápida, tanto es así que se ha podido comprobar que en Canarias, a la que concretamos nuestra atención; se suman hectareas rápidamente con cubiertas o recubrimientos de estos materiales.

Estos materiales han demostrado ser muy útiles para este tipo de uso, sus posibilidades nos parecen ideales y las han confirmado verdaderas autoridades en la materia, si bien los invernaderos de cristal siguen representando hoy día un gran medio agronómico, también hay que decir que algunos invernaderos de plástico, si se construyen de forma racional y con idoneos materiales pueden dar y lo están dando, resultados muy satisfactorios, y a más bajo costo.

Los materiales plásticos se pueden definir genericamente como materiales poliméricos. De entre estos poliméricos que se usan para recubrimientos o cubiertas de invernaderos, mencionaremos los dos que más uso tienen en nuestras islas.

Los materiales plásticos de que disponemos se pueden encontrar en láminas de diferentes tipos de grueso o "galgas" y en forma de planchas rígidas. Las primeras tienen la ventaja de su bajo coste.

EL POLIETILENO

Este producto fue sintetizado hace unos treinta años y contiene a menudo aditivos, que le confieren características de elasticidad, resistencia al envejecimiento etc. Su uso en forma de láminas (filmes) para el re-

cubrimiento de invernaderos esta muy extendido.

Su duración aproximada, según casos es de un año, caso de que el invernadero permanezca cubierto en los meses de luz solar intensa y de mucho calor. Resiste bien los efectos mecánicos del viento y otros factores, por lo cual es difícil que se desgare. Además de tener una buena resistencia mecánica, tiene además una buena estabilidad química, por lo cual no se deteriora por efectos de las sustancias químicas que puedan ser usadas en el interior del invernadero para tratamientos antiparasitarios, fertilización etc. Consigue un satisfactorio "efecto-invernadero" y es bastante mal conductor del calor, puesto que su conductividad térmica es inferior casi en un cuarto a la del cristal.

La transparencia es buena, si por transparencia queremos indicar su capacidad de transmitir las radiaciones ultravioleta y las radiaciones luminosas visibles, y es material plástico disponible en el mercado a un precio aceptable.

LA PLACA RIGIDA DE POLIESTER

Estas resinas pueden tener las características más dispares, según de los productos que se deriven. A menudo reforzada con fibras de cristal o de nylon u otros con el fin de que aumente su resistencia mecánica, las resinas poseen unas características de impermeabilidad y dureza etc., y se usan en los recubrimientos rígidos de los invernaderos.

Una de sus cualidades más peculiares es la de tener una buena capacidad de difusión de la luz. Tanto es así, que creemos que se puede eliminar el encalado de las paredes durante el verano, según en que cultivos pueda usarse, además bajo el poliester la luz se difunde en todas las direcciones y de este modo se evitan las quemaduras de las plantas. La transparencia desde el ultravioleta hasta el infrarrojo es muy buena, mientras

que pueden considerarse nula para el infrarrojo largo. Este material puede durar unos diez años, su peso específico es inferior al del cristal y sus propiedades mecánicas (resistencia al viento, lluvia y granizo) son excelentes.

Hemos tratado en este capítulo los tres tipos de cubiertas más usadas en Canarias, si bien tenemos que añadir que a la hora de adquirir el poliester, es necesaria la oportuna garantía a los efectos de degradación o envejecimiento ya que sobre el particular, en la actualidad estamos en condiciones de aconsejar.

Hemos expuesto diferentes circunstancias sobre los materiales de recubrimiento o cubiertas, pero sería incompleto si también no hablamos de la FOTOSELECTIVIDAD de estos materiales.

FOTOSELECTIVIDAD ESPECIFICA DE LOS MATERIALES DE RECUBRIMIENTO O CUBIERTAS.

Todos los parámetros ambientales en el interior del invernadero, como veremos a continuación, adquieren unos valores distintos a los que existen al aire libre; esto ocurre ya que por sí el simple efecto de la cubierta, pero el cultivador modifica aún más el ambiente con sus acciones de climatización porque quiere lograr unas condiciones óptimas para las plantas que está cultivando.

La propia luz, es decir, las radiaciones solares que el ojo humano percibe, sufre una alteración más o menos sensible según el grado de transparencia del material de recubrimiento. Esta alteración del factor luz se realiza en dos categorías: cuantitativa, cuando se altera la intensidad luminosa y cualitativa cuando concierne el espectro reduciendo o impidiendo el paso de las radiaciones de ciertas longitudes de onda. Las operaciones de acondicionamiento del clima en el interior del invernadero, es decir la intervención del agricultor, habian

consistido hasta ahora en modificar la luz en sentido cuantitativo, es decir, se habían limitado a reducir la intensidad de la luz con materiales sombreadores o, de aumentarla usando luz artificial. Se puede, alterando la duración de la iluminación del día cuando sea necesario, actuar sobre el fototropismo. Hasta ahora no se había tenido en cuenta la posibilidad de modificar la luz también en sentido cualitativo, cosa que puede resultar de mucho interés para algunos cultivos. Hace poco ha empezado el estudio de un verdadero "ACONDICIONAMIENTO CUALITATIVO DE LA LUZ", como lo llamó Favilli (1966). En este comentario vamos a exponer precisamente estos estudios.

Para poder comprender la importancia que tiene el control cualitativo de la luz, basta considerar que muchas actividades vitales de las plantas se ven influenciadas de distinta manera por las variaciones de las radiaciones de distinta longitud de onda; entre otras actividades recordaremos aquí la fotosíntesis de la clorofila, el crecimiento, el fototropismo, la morfogénesis, la formación de pigmentos y vitaminas.

Si actividades tan numerosas y fundamentales de las plantas pueden estar influenciadas de distinta forma por las radiaciones de distinta longitud, puede pensarse en intentar provocar artificialmente unos efectos beneficiosos para las plantas, modificando oportunamente las radiaciones del espectro luminoso.

Para lograr este fin, la manera sencilla es la de utilizar para el recubrimiento de los invernaderos unos materiales que tengan una buena transparencia natural. Ya hemos tenido ocasión de decir que estos materiales, sea cristal o materiales plásticos, modifican el espectro solar según su propia fotoselectividad específica. Esta depende de las características físicas y químicas del material, pero sobre

todo del color. Por lo tanto se puede realizar el llamado "ACONDICIONAMIENTO CUALITATIVO DE LA LUZ", usando materiales transparentes de color.

Ya se sabe por el principio de complementariedad de los colores, si por medio de un filtro le quitamos a la luz blanca las radiaciones responsables de un determinado color, obtendremos una luz cuyo color será el complementario del que hemos quitado. De este modo, si en los materiales de recubrimiento eliminamos o disminuimos algunas radiaciones del flujo luminoso, conseguiremos alterar la acción fisiológica de dichos rayos en relación con las especies cultivadas.

Naturalmente, hay que decir que el actuar la capacidad de selección de las radiaciones por parte de los materiales (que por razones económicas serán preferiblemente de plástico), resulta útil solamente si se trata de ambientes en los que no hay problemas de luz en cuanto a intensidad, puesto que todo material de color, además de modificar el espectro solar cualitativamente disminuye también su transmisibilidad.

Favilli, hizo una serie de experimentos muy interesantes sobre el problema de la fotoselectividad por parte de los materiales de recubrimiento, de cuyos resultados más importantes comentaremos a continuación.

En sus experiencias, él vió que, en determinados casos, los materiales plásticos de color absorben una gran cantidad de radiaciones del color complementario y una ligera reducción en la transmisibilidad de todo el espectro luminoso, mientras que en otros casos no ha hallado absorción en una banda específica y, en cambio, ha notado una fuerte disminución de la transmisibilidad de todo el espectro visible. La transmisibilidad de las radiaciones ultravioletas se reduce poco en las planchas rígidas de po-

liester, sobre todo si las comparamos con los mismos materiales incoloros, mientras que la reducción es elevada en las laminas de polietileno.

Por lo que se refiere al infrarrojo, Favilli notó una disminución de la capacidad de transmisión tan solo en el campo de las ondas más cortas, es decir de una longitud de onda de hasta 1.000 mm. En cambio no se eliminan las radiaciones de infrarrojos de longitud media y largas.

Son poco numerosos los resultados sobre las eventuales modificaciones que estos materiales coloreados pueden apartar al rendimiento térmico del invernadero, pero experiencias con films de PVC azul y rojo no han puesto de manifiesto efectos apreciables. Por lo que concierne a los efectos fisiológicos que estos materiales tienen sobre las distintas especies cultivadas, parece ser que los colores más activos sobre la germinación son el azul marino y el amarillo y, en general, se puede decir que el efecto es mayor sobre el poder germinativo,

más que sobre la energía de germinación. De todos modos las distintas especies de plantas reaccionan de forma muy distinta. Los efectos alcanzados en las producciones de determinadas plantas no son muy alentadores, pero de todos podemos decir, como, colofón, que las especies y los materiales que hasta ahora han sido sometidos a estas investigaciones han sido poco numerosos.

No hay que aliviar que, como dice Favilli, si ha habido resultados negativos, también los ha habido tendencialmente positivos, lo cual confirma la posibilidad de utilizar con provecho el "ACONDICIONAMIENTO CUALITATIVO DE LA LUZ".

A proposito podemos decir igualmente, que hay ejemplos de este tipo de acondicionamiento. En ciertos lugares se cultiva *Esparagus plumosus* bajo invernaderos teñidos de color rojo, y en otros se cultivan plantas ornamentales de flor con recubrimiento de azul celeste.

