



PARTE VI. UNIDAD 2.

INVERNADEROS DE CUBIERTA RÍGIDA

Este tipo de invernaderos requiere una inversión inicial elevada, debido al coste de la estructura, de las cimentaciones, y del material de cubierta. Sin embargo, es también más duradera y segura, ya que

su diseño y cálculo deben de cumplir con normas más estrictas que las estructuras ligeras de tipo túnel. Esta Unidad presenta las características de los principales tipos de invernaderos que pertenecen a este grupo.

Se pueden distinguir tres tipos principales de estructuras con cubierta rígida, en función del ancho de luz (distancia entre postes principales):

- (a) Invernaderos con luz > 12 m
- (b) Invernaderos con anchura media de luz (entre 6.40 y 12 m)
- (c) Invernaderos tipo Venlo (luz < 6.40 m)

1- INVERNADEROS CON GRAN ANCHO DE LUZ

La Figura 1 presenta la estructura típica de un invernadero de vidrio con gran ancho de luz (> 12 m). Se pueden notar los refuerzos en las partes extremas del invernadero, para mejorar la resistencia a las sollicitaciones externas (viento) que se ejercen en estas zonas,

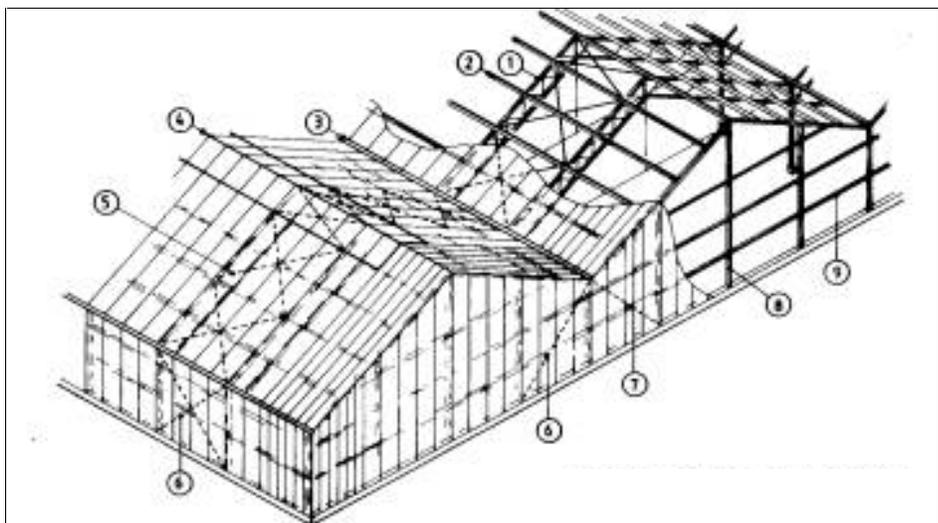


Figura 1. Estructura de invernadero de vidrio con gran ancho de luz. (Waajenberg, 1995)

En la Figura 2, se puede apreciar el gran volumen que presenta este tipo de invernaderos y la densidad, relativamente alta, de pequeños obstáculos que reducen la penetración de la luz. La ventilación es cenital doble (en cumbre), es decir con ventana continua ubicada a ambos lados de la cumbre. En muchos casos, la ventilación cenital se completa con una ventilación lateral (Figura 3).



Figura 2. Vista de dos invernaderos de vidrio con gran ancho de luz y con ventilación cenital doble y continua

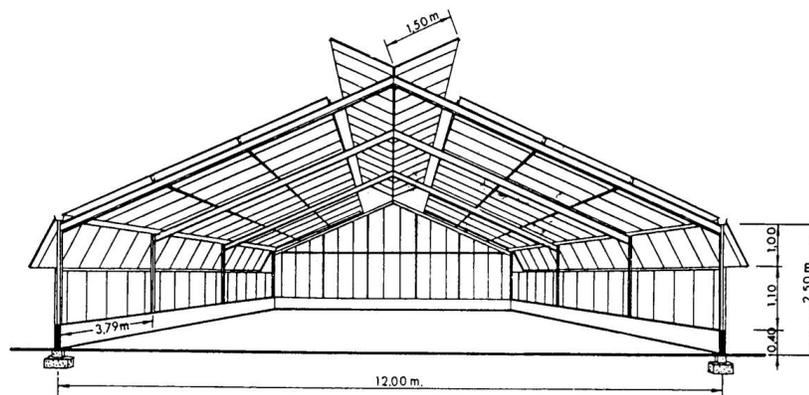
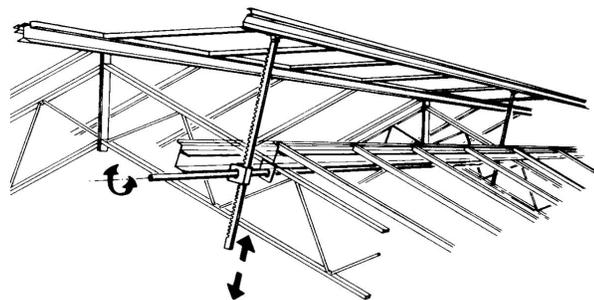


Figura 3. Esquema de un invernadero de vidrio con cubierta a dos aguas, gran ancho de luz y con estructura metálica. Destacar la doble ventilación cenital continua y la ventilación lateral (von Zabeltitz, 1999)

La apertura o el cierre de las ventanas se realizan con un sistema motorizado de cremallera (Figura 4)

Figura 4. Esquema del sistema de ventilación típico de los invernaderos con gran ancho de luz (Waajenberg, 1995).



Debido al coste elevado de estas estructuras, se utilizan mayoritariamente en cultivos de alto valor añadido, tales como los cultivos de flor cortada y los cultivos de plantas ornamentales en maceta (Figura 5).



Figura 5. Invernaderos con gran ancho de luz, con cultivos ornamentales

2- INVERNADEROS CON ANCHO MEDIO DE LUZ

Este tipo de estructuras tiene dos anchos normalizados de luz: 9 m y 12 m (Figuras 6 y 7). Su coste se sitúa entre el de los invernaderos tipo Venlo (Apartado 3) y los invernaderos de gran ancho de luz. Se utilizan principalmente en cultivos de flor cortada y de plantas ornamentales. Presentan valores más elevados del coeficiente de transmisión de la radiación solar que los Venlo y un volumen mayor que facilita el control del clima en periodo estival.



Figura 6. Invernaderos con anchura mediana de luz (9m y 12 m de anchura), utilizados principalmente para cultivos de flor cortada y plantas ornamentales cultivadas en maceta. Casi todos tienen ventilación en cumbrera.

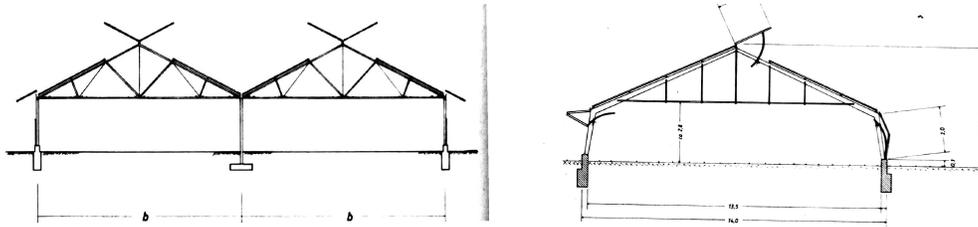


Figura 7. Modelos de invernaderos con anchura mediana de luz (entre 9 m y 12 m de anchura)

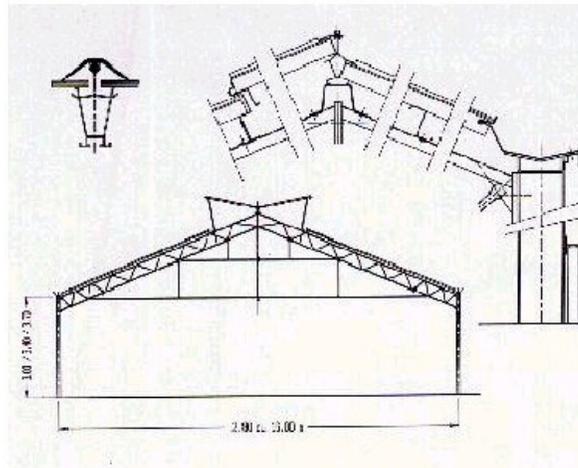


Figura 8. Modelo de invernadero con ancho medio de luz (9,4 m). Empresa CMF, Francia

En las regiones frías y con nevadas frecuentes, los invernaderos tienen que soportar cargas de nieve que pueden ser muy importantes. Se puede optar por dos soluciones:

- Realizar una pendiente de techo elevada para facilitar la evacuación de la nieve (Figura 9).

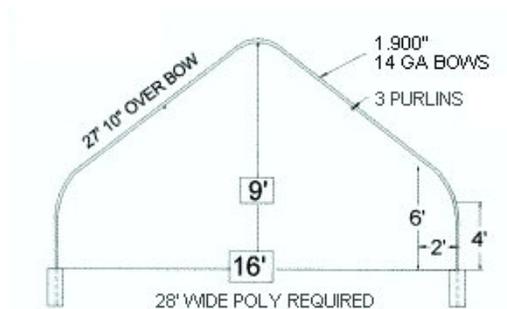


Figura 9. Estructura de invernadero para zonas con nevadas frecuentes e importantes

- Realizar una estructura muy densa de tubos y perfiles metálicos, como lo ilustra la Figura 10. Esta necesidad de disponer de estructuras que resistan a cargas muy elevadas implica una pérdida de luz dentro del invernadero que puede alcanzar, respecto a estructuras más ligeras, un 10%.

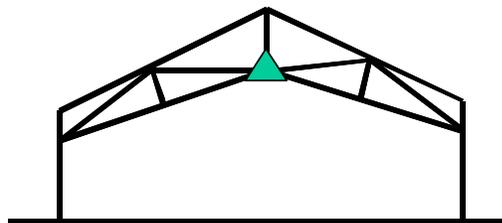


Figura 10. Invernadero de cristal para zonas frías con ancho medio de luz (9 m) y con estructura reforzada resistente a altas cargas de nieve (típicas de Europa del Norte y Japón)

En regiones nórdicas que tienen niveles de radiación solar muy bajos en periodo invernal, es evidente que esta disminución de la transmisión perjudica su potencial de producción, siendo el aporte de luz artificial el único medio para cultivar en invierno.

3- INVERNADEROS CON PEQUEÑO ANCHO DE LUZ

Se utiliza sobre todo en cultivos hortícolas (tomate, pimiento) y, a veces, en cultivos florales. Se suelen clasificar como sigue:

- Invernaderos con luz de 6,40 m (Figuras 11 y 12).
- Invernaderos tipo “Venlo”, con luz de 3,20 m (Figura 13).

3.1- Invernaderos con luz de 6,40 m

Es el invernadero más utilizado en cultivos hortícolas, después del invernadero tipo Venlo. Su pequeña anchura permite adoptar una pendiente en el techo relativamente fuerte (Figura 11), lo que le confiere una buena transmisión de la radiación solar en periodo de invierno.

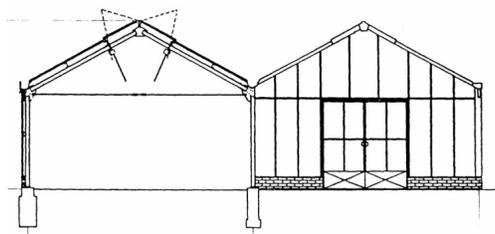


Figura 11. Invernadero con 6,40 m de luz y 4,38 m bajo cumbrera (von Zabeltitz, 1999)

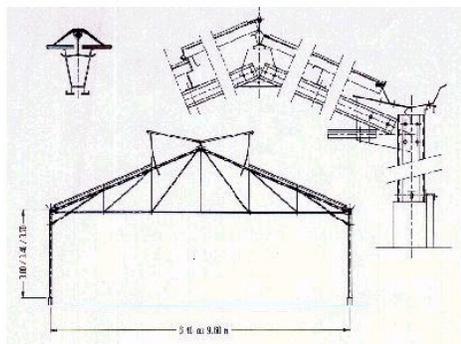


Figura 12. Invernadero con 6,40 m de luz (Empresa CMF. Francia)



3.2- Los invernaderos “Venlo”

La estructura tipo Venlo sigue siendo, sin duda alguna, el modelo más popular dentro de los invernaderos de cristal. Fue diseñada en los años 30 por ingenieros de una empresa de la ciudad de Venlo, en el Sureste de Holanda (Figura 13).

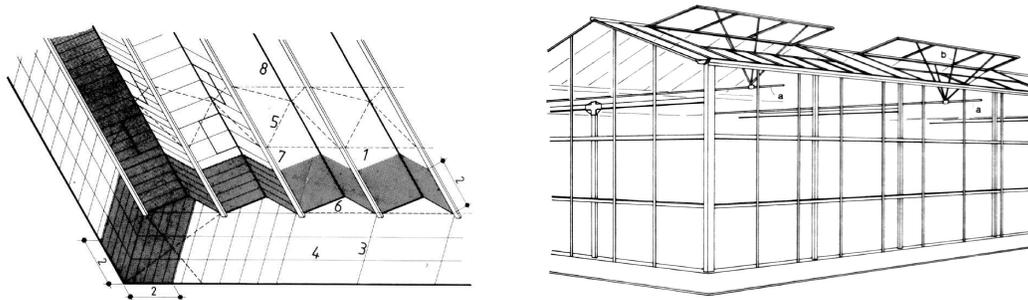


Figura 13. Estructura de invernadero de vidrio tipo Venlo. Notar, al igual que en la Figura 1, los refuerzos en las partes extremas (esquinas) del invernadero, diseñados para resistir a mayores solicitaciones externas (viento) que se ejercen en estas zonas (Waajenberg, 1995)

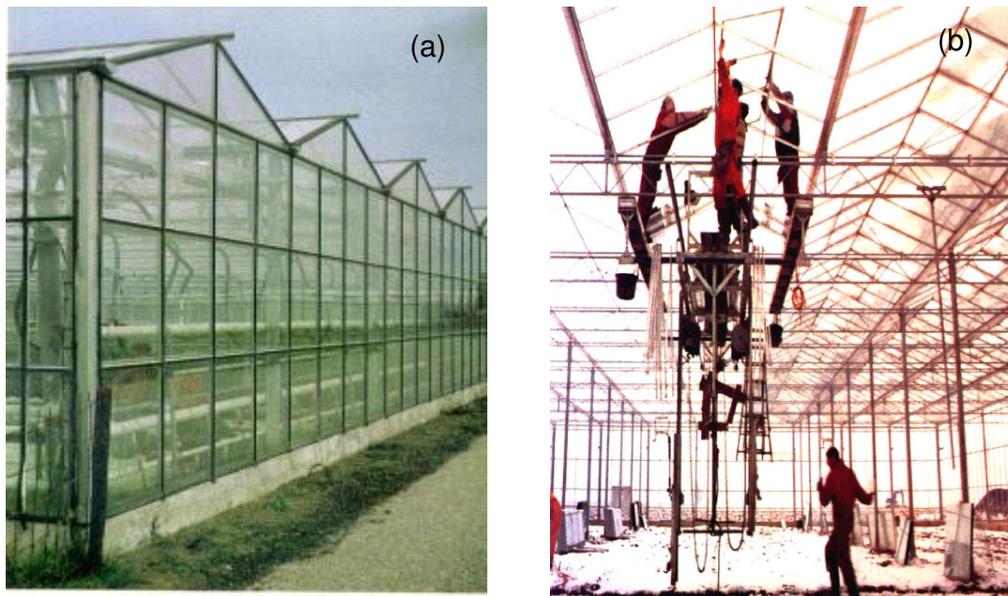


Figura 14. Vista de dos invernaderos de vidrio tipo Venlo con pequeño ancho de luz.

El tipo Venlo clásico (Figura 14 a) tiene una altura bajo cumbrera de 2,50 m. Posteriormente, se han diseñado también con una altura mucho más elevada (p. e.: 4,20 m bajo cumbrera, Figura 14 b). Este último modelo es más adecuado para climas cálidos y secos, como el Sur de España, debido a que presenta una ventilación más eficiente y mayor inercia térmica, lo que permite atenuar las amplitudes diarias de temperatura al interior del invernadero.

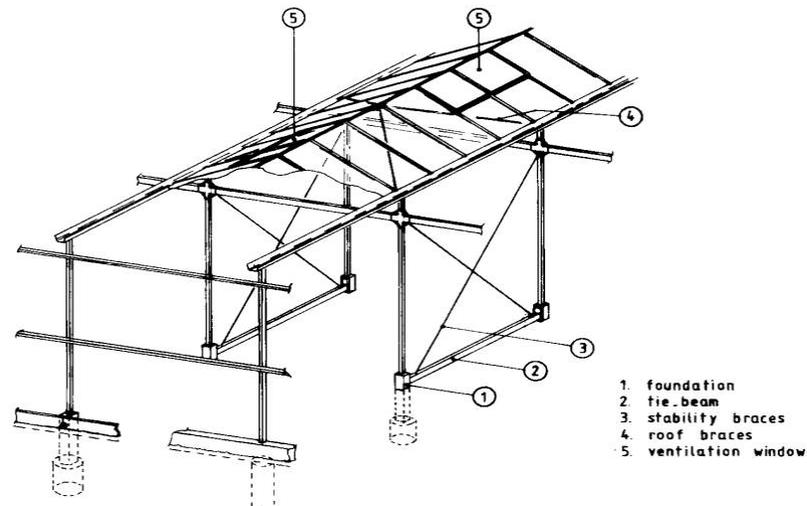


Figura 15. Detalles de la estructura de un invernadero Venlo, modelo clásico (Waajenberg, 1995)

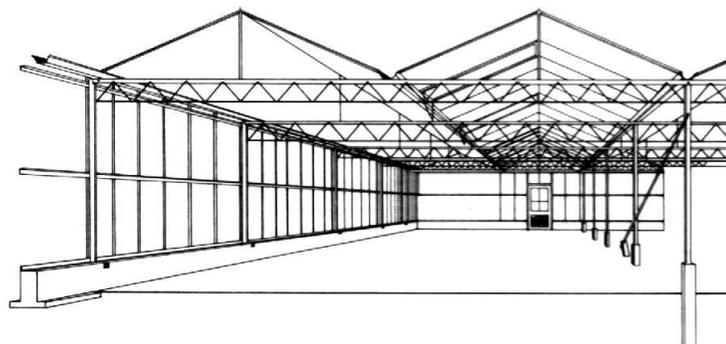


Figura 16. Detalles de la estructura de un invernadero Venlo, modelo con cercha. Permite un mayor espacio para el paso de la maquinaria (tractores). Von Zabeltitz, 1999

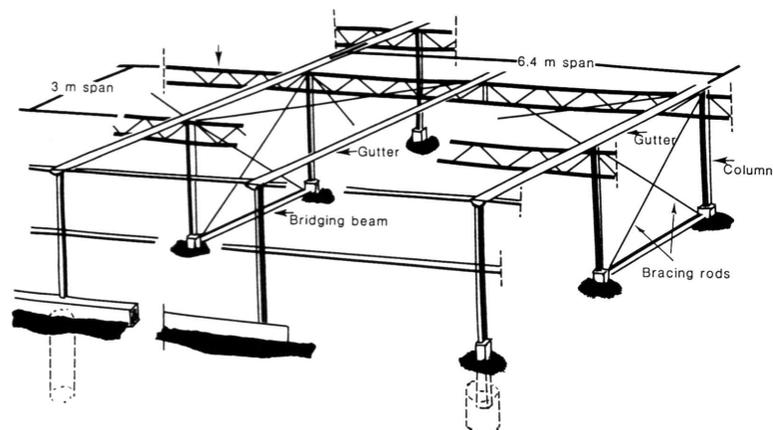


Figura 17. Detalles de las fundaciones de los postes en una estructura Venlo. Se puede notar la utilización de bloques cilíndricos de hormigón, de diferente longitud y diámetro, según la ubicación del poste y su exposición. Hanan. 1998

Los Venlo presentan un sistema de ventilación que es característico de este tipo de invernaderos (Figuras 18 y 19a-b). Las ventanas de aireación pueden tener 1, 2 o tres paneles de vidrio, con un ancho total que varía de 0,45 m (1 panel) a 1,35 m (3 paneles) y una longitud de 1,0 m o 1,20 m. Para abrir progresivamente las ventanas, y controlar el ángulo de apertura de las ventanas situadas en la misma capilla, se utiliza un sistema sencillo de barra (Figura 18). Este sistema está accionado por un motor situado en un extremo de la barra (Figura 19 b). La superficie ocupada por las ventanas varía, con respecto a la superficie del invernadero, entre un 10 y un 20 %, según los modelos. En los últimos años, se han desarrollado numerosas variantes de ventilación, tales como los Venlo de techo descapotable (Figura 20).

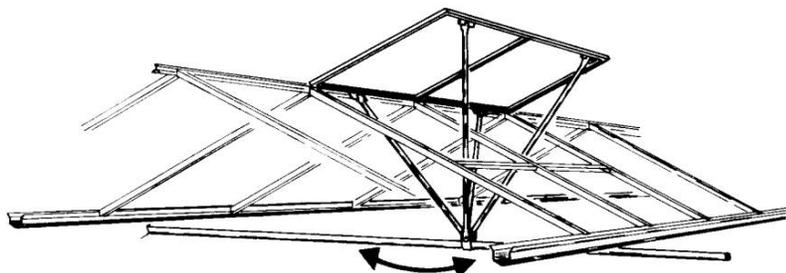


Figura 18. Detalles de la ventana de ventilación de un invernadero tipo Venlo (Waajenberg, 1995)

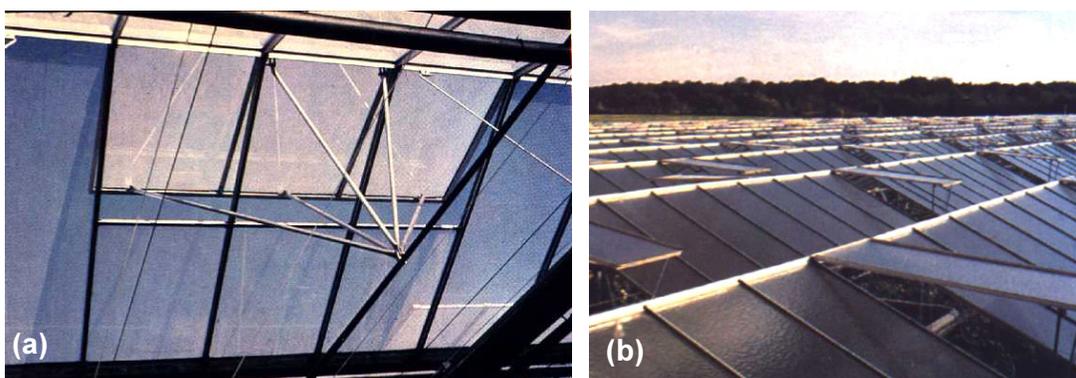


Figura 19. Vistas de ventanas de ventilación en invernaderos Venlo: (a) Las ventanas tienen desde uno hasta 3 paneles de vidrio y se colocan de forma alternada en cada lado del techo; (b) las ventanas son de un solo panel. Notar que las ventanas se abren solamente de un lado determinado del techo, según la dirección del viento (ventanas situadas sotavento).

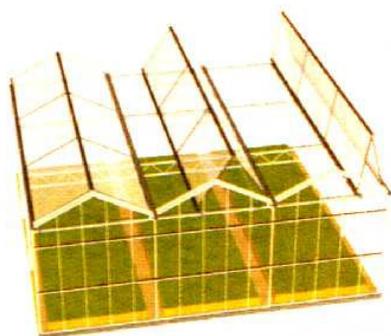


Figura 20. Un modelo de invernadero Venlo con techo “descapotable”



Figura 21. Vista de una ventana de ventilación (con un panel) en un invernadero Venlo.

4- OTRAS VARIANTES

Modelos asimétricos

Para mejorar el coeficiente de transmisión de la radiación solar, se han diseñado modelos con vertientes asimétricas. Un ejemplo de este tipo de invernaderos se da en la Figura 22. La pared con mayor pendiente puede estar orientada al sur o al norte.

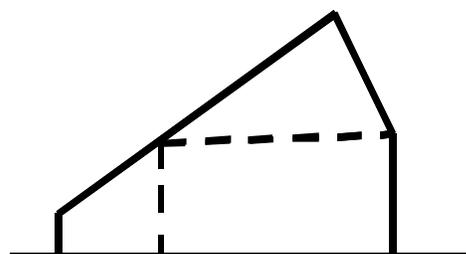


Figura 22. Invernadero de cristal asimétrico (Japón), con luz mediana (6 m) y estructura resistente a altas cargas de nieve, diseñado para zonas frías.

Considerando la latitud de Almería este tipo de estructuras permite aumentar el coeficiente de transmisión, en periodo de invierno, con respecto a un parral con techo plano y con la misma orientación. Este aumento es del orden de un 5%, cuando la menor pendiente se orienta al sur, y de un 10 %, cuando la mayor pendiente se orienta al sur (Figura 23).

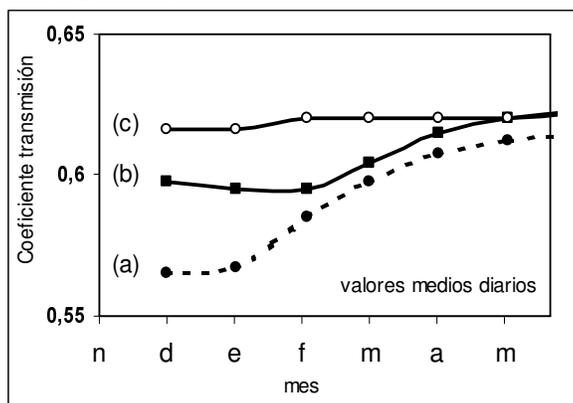


Figura 23. Evolución de la transmisión de la radiación solar en parrales orientados E-O: (a) techo plano, (b) y (c) asimétricos, menor y mayor pendiente sur, respectivamente. González Real y col, 2001.

