

## INVERNADERO PARA EL CONTROL FISIOLÓGICO Y SANITARIO DE PLANTAS: COMPORTAMIENTO EXPERIMENTAL<sup>1</sup>

A. Iriarte<sup>2</sup>, S. Bistoni, V. García,

C. Rodríguez y V. Luque

INENCO<sup>3</sup>, Catamarca

Facultad de Ciencias Agrarias - UNCa.

Mtro. Quiroga N° 93 - 4700 - Catamarca

### RESUMEN:

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Catamarca, con el asesoramiento del INENCO - Catamarca, ha construido un invernáculo - laboratorio dentro de sus predios, para facilitar las tareas de investigación de su personal docente. La infraestructura está diseñada para realizar estudios sobre el desarrollo de plantas y sus enemigos naturales en condiciones óptimas, como así también, la influencia en el crecimiento de las mismas de acuerdo a la intensidad lumínica recibida.

En el presente trabajo se muestra el comportamiento térmico de la estructura y de sus partes componentes.

### INTRODUCCION

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Catamarca, con el fin de dotar a su personal docente de un espacio físico adecuado para llevar a cabo tareas de investigación, y considerando que a pesar de que los temas eran diferentes, las necesidades edilicias eran similares, decide emprender la construcción de un invernáculo - laboratorio en predios de su propiedad. Para ello solicita la colaboración del INENCO - Catamarca, quién por intermedio de sus investigadores, aporta el correspondiente asesoramiento para el diseño. El proyecto final, como así también la documentación técnica, y la inspección de los trabajos, estuvo a cargo de la Dirección de Planeamiento Físico de la Universidad Nacional de Catamarca. La obra fue ejecutada por una Empresa Constructora privada.

Así surge como planteo, una experiencia de trabajo interdisciplinario entre las Cátedras de Fitopatología, Fisiología Vegetal, y Física; que se comprometieron a prestarse apoyo mutuamente, además de compartir los resultados de sus investigaciones particulares para llegar a conclusiones generales, con el objetivo común de aportar soluciones a algunos problemas del sector productivo.

La infraestructura está constituida por tres invernáculos de idénticas características y dimensiones, separados por paneles vidriados, y acceso totalmente independiente. El asignado a la Cátedra de Fitopatología se destinó para estudios del

<sup>1</sup> Financiado por: Fac. Cs. Agrarias - UNCa.

<sup>2</sup> Miembro de Carrera del CONICET

<sup>3</sup> Convenio UNCa. - UNSa. - CONICET

desarrollo de las plantas y sus enemigos naturales en condiciones óptimas pero controlables, además de análisis objetivos de ciclos biológicos ; sus condiciones predisponentes, los transmisores (insectos, ácaros, nemátodos, etc.), la transmisibilidad de microorganismos, las propiedades físicas, fisiológicas y culturales; las sintomatologías, etc. En el módulo asignado a la Cátedra de Fisiología Vegetal se prevé estudiar formas de propagación de especies a partir de estacas o esquejes en cama calefaccionada de enraizamiento bajo mist, con temperatura y humedad controlada. Además de la medición del crecimiento con respecto a distintas intensidades lumínicas en plantas que modifican la síntesis de metabolitos secundarios y el contenido de pigmentos según el régimen lumínico que reciban. El módulo asignado a la Cátedra de Física se destinó al estudio del comportamiento térmico de la estructura, y ensayos térmicos de diferentes prototipos diseñados en el INENCO, para su posterior incorporación en los distintos laboratorios - invernaderos.

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

La estructura tiene una superficie cubierta total de 192 m<sup>2</sup> y consta de 3 (tres) módulos de invernáculos de 50 m<sup>2</sup> cada uno, ubicados en su parte central, y en ambos extremos una cámara de germinación, una cámara frigorífica, y dos locales para sistemas de control.

Los módulos invernaderos están conformados por un muro perimetral de mampostería de ladrillo cerámico, asentados sobre cimientos de Hormigón ciclópeo con su correspondiente encadenado inferior. Sobre dicho muro se completa el cerramiento con módulos de carpintería de tubos estructurales metálicos con portavidrios.

Las puertas son de doble chapa con aislación, y las ventanas del tipo abatible de eje superior con palanca inferior. En ambas se colocó vidrio tipo float transparente de 4 mm de espesor, con tela metálica como protector antigranizo.

La cubierta se ejecutó con cabreadas de perfiles metálicos, con cerramiento de vidrio tipo float transparente de 4 mm de espesor. En la misma se colocaron ventiluces cenitales alternados y apoyados en la cumbrera sobre ambas aguas.

Los divisorios interiores son de tabiques de tubos estructurales metálicos con vidrio transparente.

Las cámaras frigoríficas y boxes son de mampostería de ladrillo cerámico asentados sobre cimientos de hormigón ciclópeo, con su correspondiente estructura sismorresistente vertical y horizontal. La cubierta tiene aislación térmica de vermiculita.

La cámara de germinación tiene aislación térmica de placas de poliestireno expandido de 5 cm de espesor cubierta con cemento estucado. Tiene además las correspondientes instalaciones de agua, gas y cloacas; y la instalación eléctrica adecuada para la colocación de equipos de aire acondicionado.

Aprovechando el desnivel del terreno natural, toda la construcción se realizó sobre una plataforma de 70 cm de espesor construida perimetralmente por mampostería de ladrillos cerámicos y relleno en su parte media con tierra apisonada. Sobre esta plataforma se ejecutaron los contrapisos (espesor 12 cm) y piso de cemento alisado.

La Fig.1, muestra una vista en planta de la obra con la correspondiente disposición de los diferentes locales.



Fig.1. Planta del Invernadero

## EXPERIENCIA

Como ya se dijo anteriormente, este invernáculo - laboratorio está constituido por 3 módulos destinados cada uno a diferentes estudios. El módulo destinado a ensayos térmicos es el ubicado en el sector Este, con sus cerramientos lado Norte y lado Sur comunicados directamente al exterior, en cambio la pared Este linda con los locales destinados a cámara frigorífica y de control, y la orientada al Oeste, con el módulo de invernáculo destinado a la producción de plantas.

A los efectos de medir las temperaturas de las paredes, cubierta y ambiente interno, se colocaron sensores tipos termistores NTH2011C en la parte superficial interna y externa de los muros de mampostería, como así también en ventanas vidriadas y en ambas cubiertas. También se registraron las temperaturas ambiente y radiación, en el exterior e interior del módulo. Para la medición de radiación solar sobre superficie horizontal se utilizó un radiómetro Kipp & Sonnen, mientras un radiómetro Black & White se ubicó en el interior del invernadero.

Todas los termistores fueron alimentados por un generador de corriente y se conectaron a una computadora PC/286 con tarjeta PC Lab 812 para registrar los datos en forma automática y guardarlo en su memoria a intervalos de tiempo previamente estipulado.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Como ya se esperaba, el efecto combinado: de ensuciamiento a causa del polvo levantado por el viento, las sombras producidas por la malla metálica

(colocada para proteger la superficie vidriada), y la estructura del techo, afectan la cantidad de energía captada a nivel de piso. Esto puede observarse en la Fig. 2,

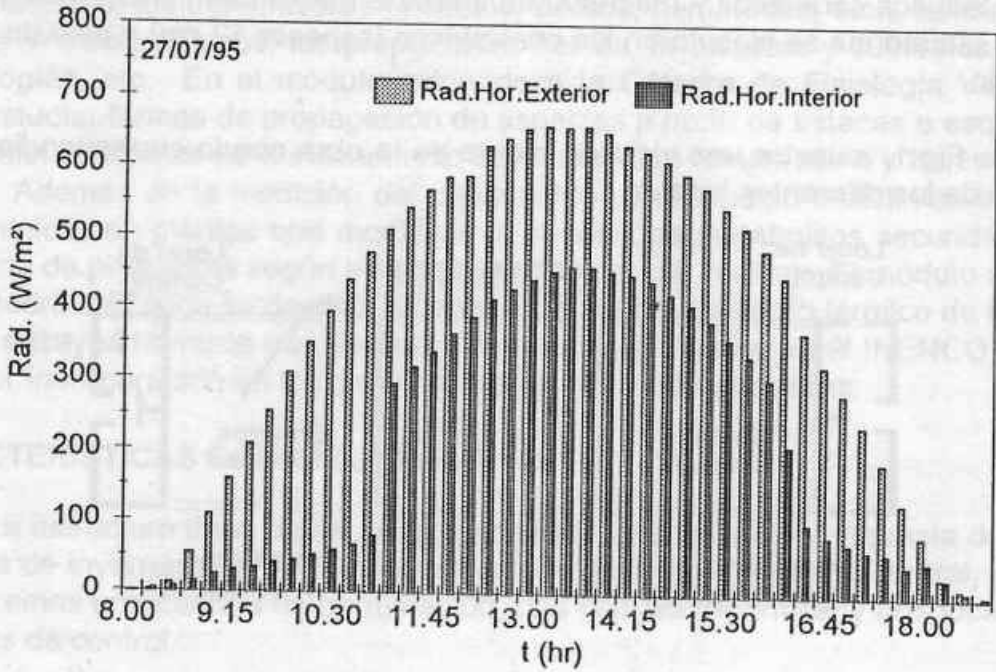


Fig. 2. Variación de la radiación exterior e interior sobre superficie horizontal

en la que se graficó los valores de radiación solar sobre plano horizontal exterior e interior registrados durante un día de cielo claro. Si bien esta pérdida de energía es

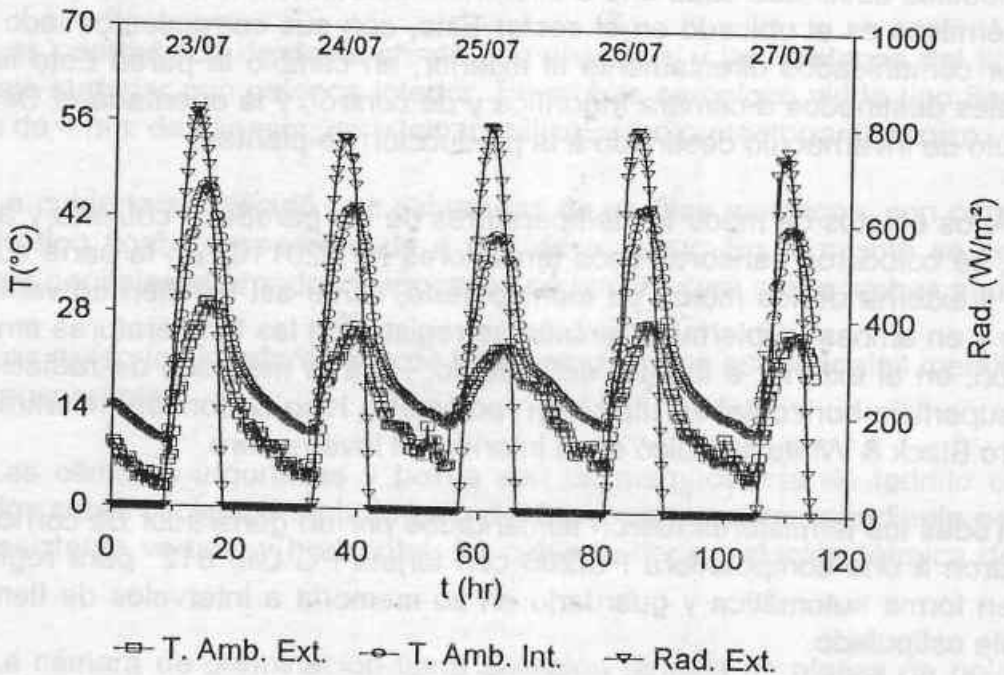


Fig.3. Variación de la temperatura ambiente, en el interior del invernadero y la radiación exterior sobre superficie horizontal

importante, las mediciones de temperaturas internas y externas durante los días 23, 24, 25, 26 y 27 del mes de Julio de 1995, nos muestran algunos datos interesantes.

En la Fig. 3, se graficó la variación de la temperatura ambiente exterior e interior y su directa correlación con la intensidad de radiación solar recibida sobre un plano horizontal. En ella se observa que a pesar que la temperatura externa en horas de la noche desciende a valores inferiores a 3 C, en el interior del invernáculo la mínima se mantiene por encima de los 10 C. También se nota una diferencia promedio entre los valores máximos de temperatura del orden de los 15 C, esto si bien es favorable en los días en que la temperatura ambiente exterior desciende por debajo de 0 C, en nuestro caso nos indica que debemos colocar sistemas de refrescamiento auxiliares. De esta manera se podrá conseguir la temperatura adecuada a las necesidades de cada experiencia que se realice en su interior.

Los tabiques vidriados Fig. 4, tienen similar comportamiento cuando su temperatura es próxima a la del ambiente. Pero cuando comienzan a sobrecalentarse, los orientados al Norte y al Oeste superan en 10 C (promedios máximos) a los orientados al Sur. Además para las horas 60 y 70, a pesar que la temperatura ambiente exterior comienza a disminuir, la pared oeste continúa absorbiendo energía del ambiente interno, alcanzando temperaturas superiores a la pared norte. Luego se produce un rápido descenso hasta valores idénticos a los de la pared sur.

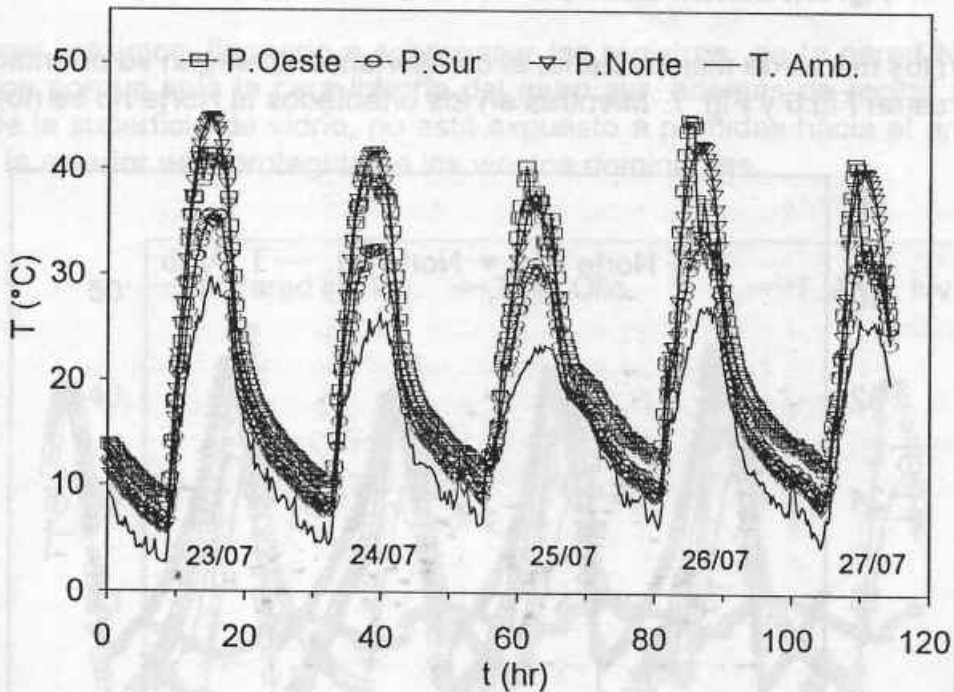


Fig. 4. Variación temperaturas en las paredes de vidrio

Los registros de las mediciones realizadas en la cubierta y graficados en Fig. 5, muestran claramente, como era de esperar, la influencia de la radiación directa sobre el incremento de temperatura. Tal es así que a pesar de que toda la superficie vidriada está en contacto con el ambiente exterior, el ala con inclinación hacia el Norte prácticamente duplica la temperatura alcanzada por el ala orientada al Sur, en

horas del mediodía, para situación de invierno. A medida que nos acercamos al verano esa diferencia disminuye pero en ningún caso se anula.

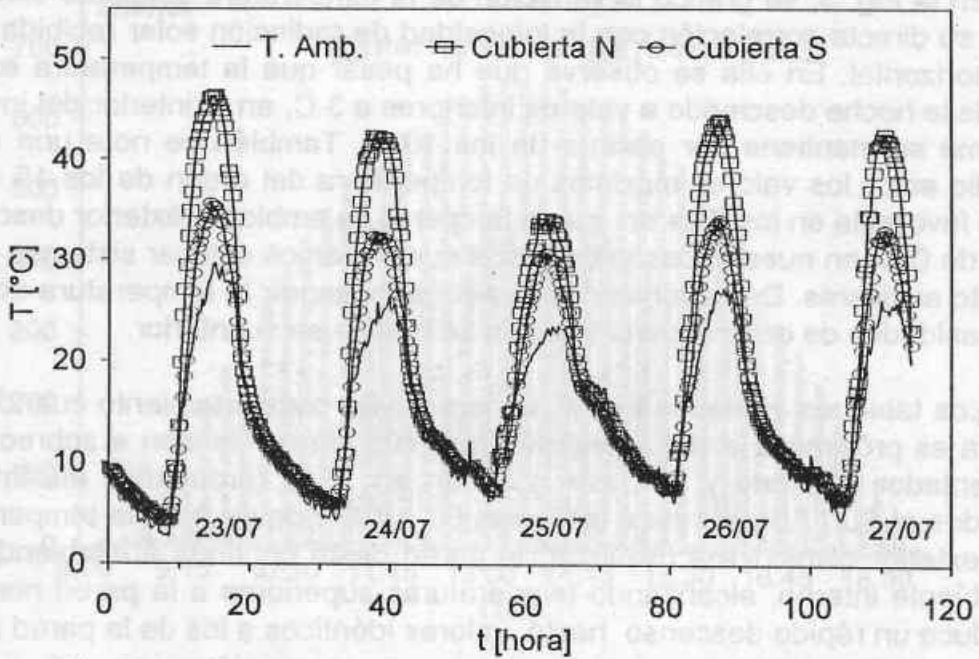


Fig. 5. Variación de temperaturas en ambos lados de la cubierta

En los muros de mampostería, el comportamiento según su orientación puede observarse en Fig.6 y Fig. 7. Mientras en los orientados al Norte no se nota una di-

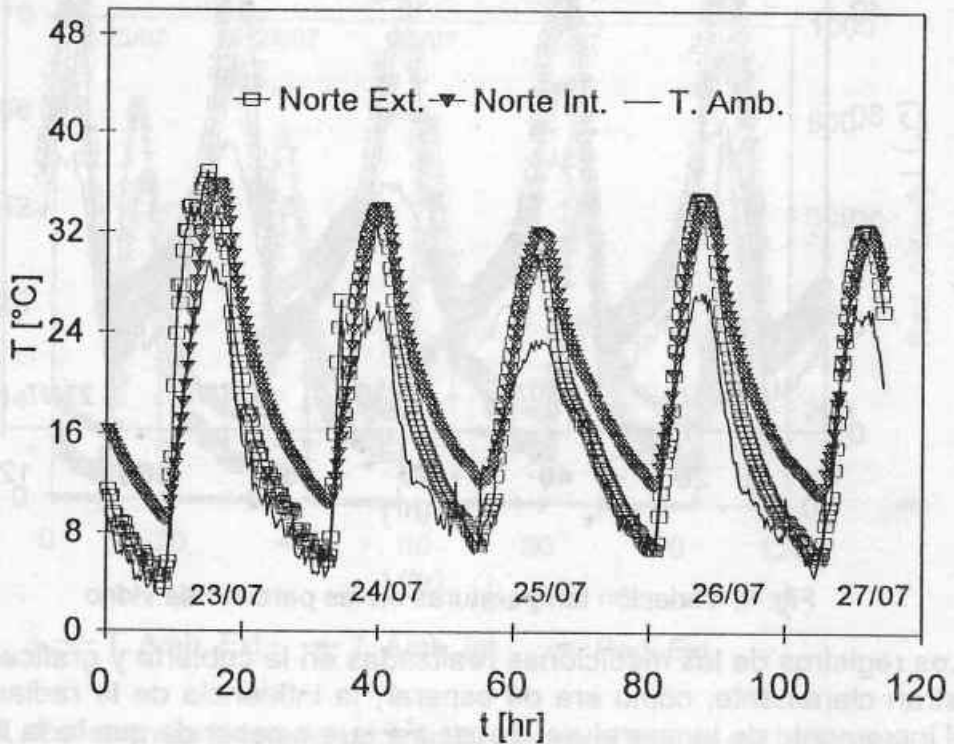


Fig. 6. Variación de temperatura en pared lado Norte

ferencia significativa entre los valores de temperatura superficial interna con la externa, los muros orientados al Sur presentan una diferencia promedio de 15 C entre

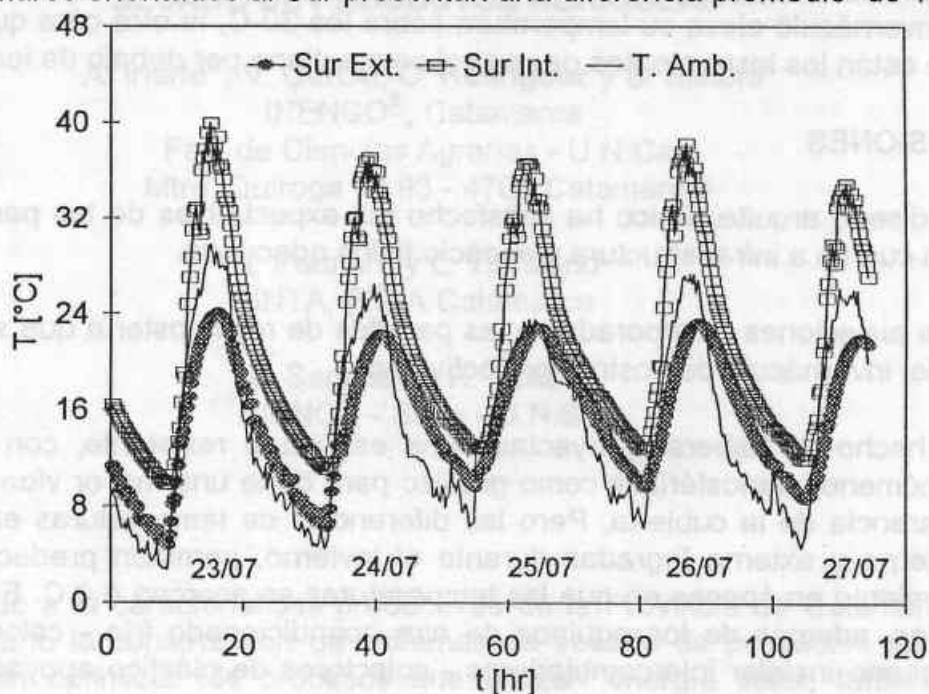


Fig. 7. Variación de temperatura en pared lado Sur

los valores máximos, llegando a sobrepasar los registros de la pared Norte. Esto se explica porque solo la cara interna del muro sur, además de recibir radiación a través de la superficie de vidrio, no está expuesta a pérdidas hacia el ambiente exterior, y la exterior está protegida de los vientos dominantes.

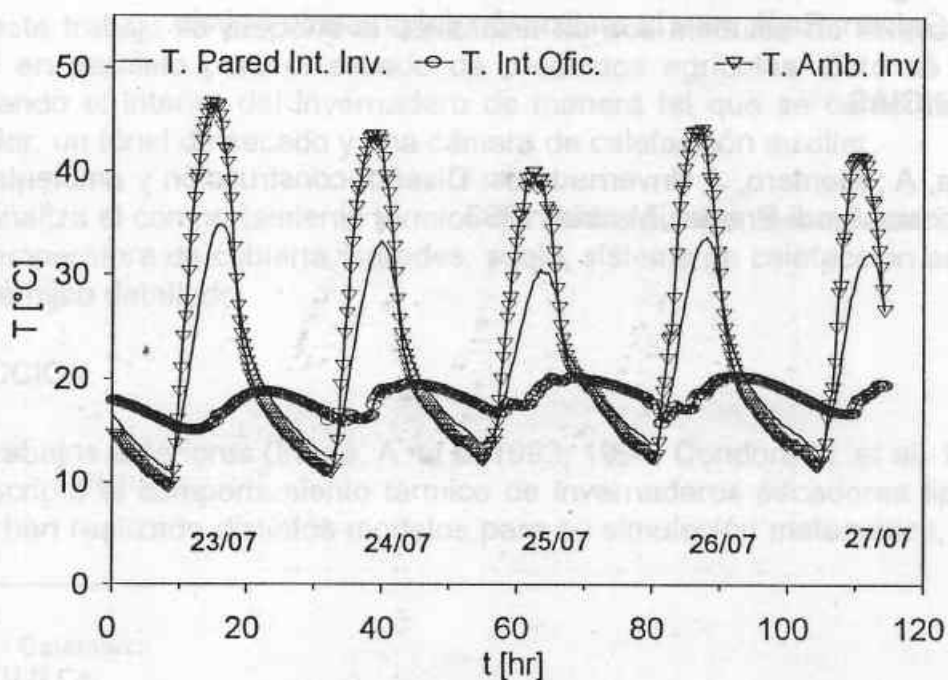


Fig. 8. Temperatura pared Este

En el muro orientado al Este, el efecto de aislación logrado por la incorporación de poliestireno expandido puede observarse en Fig. 8. Mientras la cara que da hacia el invernáculo eleva su temperatura sobre los 30 C, la otra cara que da al local donde están los instrumentos de control se mantiene por debajo de los 20 C.

## CONCLUSIONES

El diseño arquitectónico ha satisfecho las expectativas de las partes involucradas en cuanto a infraestructura y espacio físico adecuado.

Las aislaciones incorporadas a las paredes de mampostería que separan las oficinas del invernáculo demostraron efectividad.

El hecho de haberse proyectado una estructura resistente, con protección contra fenómenos atmosféricos como granizo para darle una mayor vida útil; afectó la transparencia de la cubierta. Pero las diferencias de temperaturas entre el ambiente interno y externo logradas durante el invierno, permiten predecir un buen comportamiento en épocas en que las temperaturas se acercan a 0 C. En estas circunstancias, además de los equipos de aire acondicionado frío - calor previstos, será necesario instalar intercambiadores - colectores de plástico apoyados con un sistema de calefacción por gas.

Para el verano se ha previsto adicionarle sobre la estructura protectora de la cubierta una malla media sombra al 80% e incrementar la ventilación del sistema.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la valiosa colaboración de los Sres. Chaile, Ramón; Vargas, Rubén y Galván, Raúl; para la realización del presente trabajo.

## REFERENCIAS

Matallana, A.; Montero, J. "Invernaderos: Diseño, construcción y ambientación" Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 1993.

