

## **MONITOREO HIGROTÉRMICO DE UN EDIFICIO ACONDICIONADO PARA PROPAGACION AGÁMICA DE PLANTAS #**

V. García, A. Iriarte<sup>1</sup>, S. Flores<sup>1,2</sup>, G. Lesino<sup>1,2</sup>.

Grupo de Energías Renovables Catamarca, INENCO – CONICET  
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca  
M. Quiroga N° 93, 4700 – Catamarca, Argentina. vogarcia958@hotmail.com

**RESUMEN:** El presente trabajo, muestra los resultados del monitoreo higrotérmico durante los meses de mayo y junio de 2008 de un edificio adaptado para la multiplicación de plantas. Este se encuentra ubicado en la Estación Experimental del INTA – Catamarca y tiene una superficie de 114 m<sup>2</sup>. El objetivo de esta primera auditoria es conocer el comportamiento higrotérmico de la edificación a los efectos de adecuar el diseño con estrategias bioclimáticas para la producción agámica. Se muestran los resultados obtenidos de las mediciones de las temperaturas y humedades externas y las internas en diferentes sectores de la casa, en tres periodos diferentes. Se observa que cuando las condiciones climáticas externas son rigurosas (días fríos o calurosos), se necesita un mayor aporte de energía auxiliar, para alcanzar los requerimientos de temperaturas y humedades del local.

**Palabras clave:** Propagación agámica, monitoreo higrotérmico, control del medio ambiente.

### **INTRODUCCIÓN**

La producción de plantas es una actividad fundamental para la explotación económica de ciertos tipos de cultivos en el país, como el olivo, el nogal y otras plantas frutales. Una tecnología posible para ello es la propagación agámica.

Las técnicas más empleadas son la propagación por estacas, por injertos, por acodamiento, y la micropropagación por cultivo de tejidos (propagación *in vitro*). Las operaciones básicas de este último proceso son la preparación de medios, la esterilización de utensilios y medios, la obtención de material vegetal, la esterilización del material vegetal y la puesta en cultivo (Hudson J. P).

Ante la necesidad de promocionar y fomentar el desarrollo tecnológico en la Provincia de Catamarca en el año 1991 se propone la creación de un Centro de Experimentación y Propagación Agámica (CEPA). El edificio utilizado es una casa que se encuentra ubicado en el predio de la EEA – INTA - Sumalao sobre la Ruta Provincial N° 33 km 4 en el departamento Valle Viejo, y fue adaptado con esos fines.

Tiene distribuidas las actividades que realiza en áreas de trabajo específicas, destacándose las siguientes:

**Área de micropogación agámica invitro:** la micropropagación in Vitro es el método que mayor logro aportó a la agricultura, teniendo por objeto la multiplicación clonal de plantas, partiendo de un explanto (parte de un vegetal, por ejemplo: células, tejidos u órganos) extraído de una planta madre o donadora con una constitución genética definida, con buenas características agronómicas y con un adecuado estado sanitario (Hartmann *et al.*, 1971).

**Área de Biología molecular:** las técnicas de biología molecular son de gran importancia en el mejoramiento vegetal, logrando el diseño de estrategias experimentales, basadas en la tecnología del ADN recombinante, permitiendo: la evaluación vegetal de importancia agrícola, realizar la identificación de variedades y marcar genes de interés en el genoma etc.

**Área de diagnósticos inmunológicos:** en la producción de vitroplantas se hace necesario recurrir a la verificación de la calidad sanitaria de dicho material vegetal para cerciorarse de que estén libres de virus.

En este trabajo se analiza el comportamiento higrotérmico de un edificio acondicionado para el uso como laboratorio de propagación agámica de plantas, se muestran las gráficas de temperatura y humedad para tres situaciones ambientales, con el propósito tener una evaluación de las posibles mejoras y adecuar las técnicas de diseño del edificio hacia nuevas estrategias bioclimáticas para la producción agámica.

---

# Parcialmente financiado PFI, UNCa, FONCYT – PICTO 32140

<sup>1</sup> Investigador del CONICET

<sup>2</sup> INENCO, UNSa. - CONICET

## BREVE DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Para el Centro Experimental, se remodeló una oficina que el INTA poseía en el sector noroeste del predio, de acuerdo a las necesidades de producir especies libres de enfermedades de importancia regional, micropropagadas agámicamente por técnicas in vitro.

El proyecto respondió a un programa elaborado por los técnicos del área de biotecnología y genética de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCa, y el INTA. Las pautas de diseño de remodelación fueron solamente las requeridas para la propagación de unas pocas especies vegetales (papa, pimiento, olivo, frutilla, higuera y nogal), sin tener en cuenta para ello, el acondicionamiento bioclimático del edificio, como tampoco la optimización del uso racional y adecuado de la energía. El edificio de tipología compacta se muestra en la figura 1.

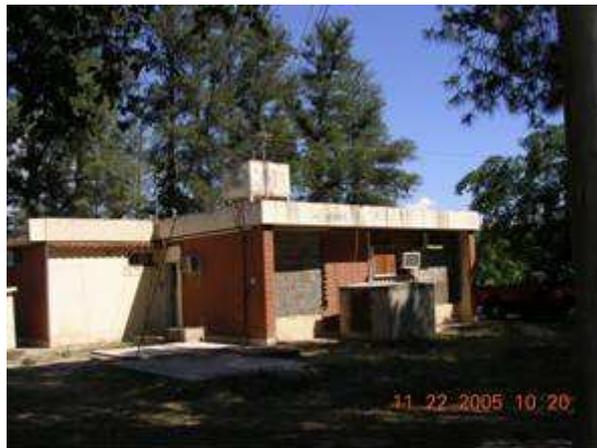


Figura 1. Vista del edificio utilizado como laboratorio de propagación agámica

Las figuras 2 y 3 muestran la planta general y un corte del edificio, este posee un área de 114 m<sup>2</sup> y un volumen de 309 m<sup>3</sup>. Como se construyó por etapas, la estructura inicial fue realizada con ladrillos de 0.13 m de espesor revocadas y pintadas, la envolvente de la nueva construcción se completó con bloques de cemento de 0.15 m. Las fundaciones del edificio poseen cimientos corridos con zapatas de hormigón, con una profundidad de 0.60 m. El techo fue construido con losa cerámicas de 0,10 m de espesor está revestida con una membrana de 3 mm de espesor. La carpintería es de aluminio standard.

La casa consta, de un hall de entrada, una oficina de recepción en la zona central, en esta se concentra la mayor actividad de las personas que trabajan en el laboratorio, de lunes a viernes desde las 9 a 13 hs. Las siguientes áreas completan su estructura.

**El área de micropropagación** constituida por:

**a) Sala de lavado de frascos y dosificación de medios de cultivo:** Con una superficie de 10.15 m<sup>2</sup>, es el sector que posee mayor iluminación, tiene tres ventanas vidriadas sin celosía ubicadas en la pared norte, y otra en la pared oeste, una puerta de emergencia, y un ventiluz de 3.75 m<sup>2</sup> en el techo.

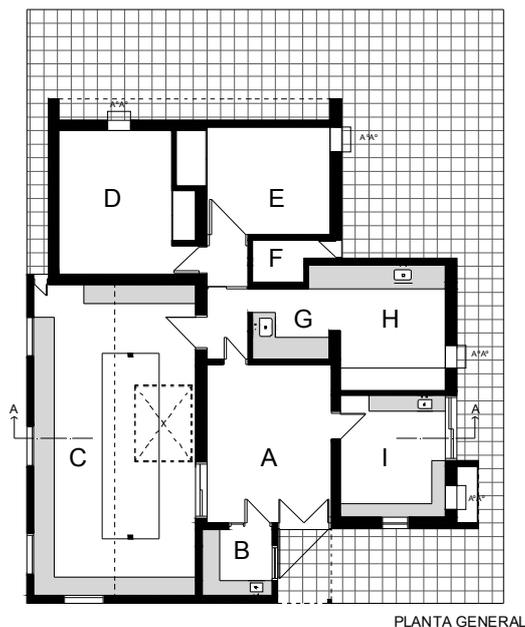
**b) Un local para la práctica invitro, llamada cámara de cría:** La superficie de la cámara es de 11.37 m<sup>2</sup>, no posee ingreso de luz natural, en su interior hay estanterías de madera donde se colocan frascos para la propagación in Vitro. La temperatura y humedad se regula de acuerdo a los requerimientos del material vegetal a propagar utilizando un aire acondicionado, durante el periodo en que se realizaron las mediciones las condiciones ambientales fueron: temperatura mínima de 19 °C y máxima de 23 °C, y la humedad fijada entre el 40 y 60 %, para la iluminación se utiliza lámparas del tipo fluorescentes de 36 W.

**c) Una cámara de siembra:** Tiene una superficie de 10.41 m<sup>2</sup>, esta cerrada convenientemente bajo condiciones de asepsia, en ella se encuentran las cámaras de flujo laminar, la iluminación cuando se requiere, es artificial.

**d) El laboratorio de preparación de medios de cultivo, almacenamiento de drogas e instrumental:** en este local además, se obtiene el agua destilada y bidestilada utilizando destiladores conectados a la red eléctrica. La superficie es de 10.44 m<sup>2</sup>.

**El laboratorio de análisis inmunológico:** está ubicado en el sector oeste del edificio, de reciente construcción sin revoque exterior con superficie de 3.80 m<sup>2</sup>, en el interior se encuentran mesadas para realizar las pruebas relacionadas a la práctica inmunológica.

**El área de biología molecular:** tiene un laboratorio de 10.15 m<sup>2</sup>, con un ventanal vidriado en la pared sur, y una ventana de menor tamaño en la pared oeste que permanece cerrada, sus paredes interiores y exteriores son de ladrillos no están revocadas.



**Referencias**

- A - Oficina de Recepcion
- B - Laboratorio de Analisis Inmunologicos
- C - Sala de Lavado de Frascos y Dosificacion de Medio de Cultivo
- D - Camara de Cria
- E - Camara de Siembra
- F - Baño
- G -Droguero
- H -Sala de Preparacionde Medio de Cultivo
- I - Laboratorio de Biologia Molecular

Figura 2. Planta general del centro experimental.

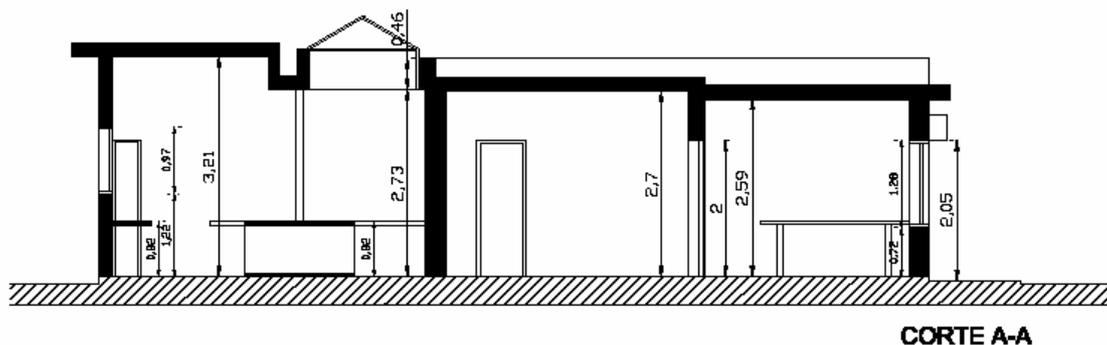


Figura 3. Corte del edificio.

**PLAN DE MONITOREO**

Asumiendo, que la situación del edificio no es la apropiada desde el punto de vista energético para la propagación de plantas, y a pesar de que el número de sensores no es todavía el adecuado para realizar un completo muestreo de datos; se realizaron estas mediciones para conocer en una primera aproximación la respuesta del edificio a las condiciones ambientales externas.

Los datos del ambiente exterior se los obtienen de una estación meteorológica ubicada a 50 m del edificio con un sistema de adquisición de datos tipo HOBO, con lecturas de temperatura, humedad, radiación y velocidad de viento programado para registrar los datos cada 900 segundos.

Las mediciones en el interior de cada local del edificio fueron realizadas con HOBO U12 Temp/HR con rangos de medición entre -20 y 70 °C y 5 % y 95 % de temperatura y humedad relativa respectivamente.

**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

El monitoreo térmico del edificio se realizó desde el 01 de mayo hasta el 5 de junio del presente año, registrándose las mediciones cada 15 minutos. Se seleccionaron tres periodos en particular, de acuerdo a las condiciones ambientales exteriores y al comportamiento de los locales: 1) 01 al 07 de mayo 2) 18 al 24 de mayo y 3) 30 de mayo al 05 de junio.

**PRIMER PERIODO**

En la figura 4, se muestra las condiciones ambientales externas para el primer periodo seleccionado, fueron días claros con radiaciones comprendidas entre los 620 y 700 W.m<sup>-2</sup>, y la temperatura mínimas estuvieron entre 1.17 °C y 8.23 °C mientras que la temperatura máxima registrada fue el 5to día con 33.59 °C.

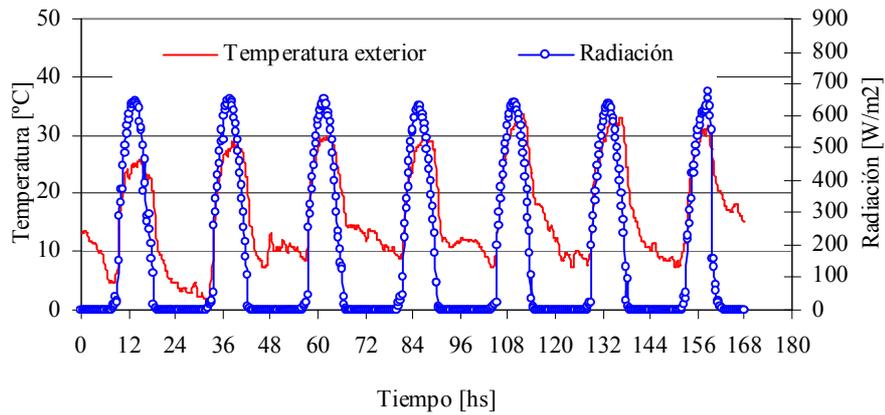


Figura 4. Temperatura y radiación exterior

La figura 5, muestra el comportamiento térmico de cuatro locales del centro de propagación.

En la sala de lavado de frascos, se observa la influencia de la radiación en el interior debido a la ganancia que ingresa por las ventanas que se encuentran hacia el norte, las temperaturas mínimas estuvieron entre los 18 y 19.5 °C entre las 8 y 9 hs a.m., mientras que las máximas temperaturas alcanzadas fueron de 22.5 y 24 °C entre las 2 y 3 p.m. con una amplitud térmica de 5.5 °C. La humedad relativa en el interior de la sala estuvo comprendida entre el 40 y 60 %.

En la cámara de cría, se observa un aumento temperatura entre el segundo y cuarto día debido a que el aire acondicionado no funcionó, por la influencia de la iluminación artificial la temperatura alcanzo los 31 °C disminuyendo a los 18 °C cuando se el aire comienza su funcionamiento normal.

El laboratorio de medios de cultivo es un local que no posee ventanas ni puertas hacia el exterior, se registraron temperatura entre 18, y 21 °C de mínima y máxima durante los días medidos con una amplitud térmica de 3 °C.

El laboratorio de biología molecular ubicado en el sector sur, muestra temperatura mínimas de 16 °C entre las 8 y 9 am y máxima de 19 °C a las 6 pm. Se observa que las temperaturas máximas alcanzadas se encuentran por debajo de las temperaturas mínimas de los otros locales, debido a las pérdidas por la ventana vidriada de la pared sur.

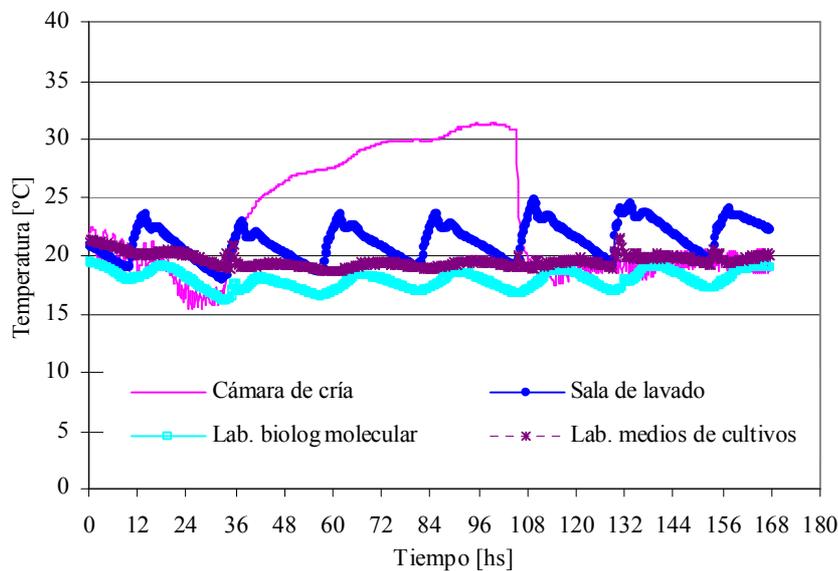


Figura 5. Temperatura en el interior del edificio Primer periodo.

Durante este periodo el comportamiento de los todos los locales fueron similares en lo que respecta a la humedad relativa, por lo que se reproduce el monitoreo sólo de cuatro de ellos, en la figura 6, se observa que estuvieron entre el 30 y 62 %.

La cámara de cría, durante los días en que no funcionó el aire acondicionado estuvo por debajo de los valores requeridos. También se muestra la humedad relativa exterior que estuvo entre los 20 y 90%.

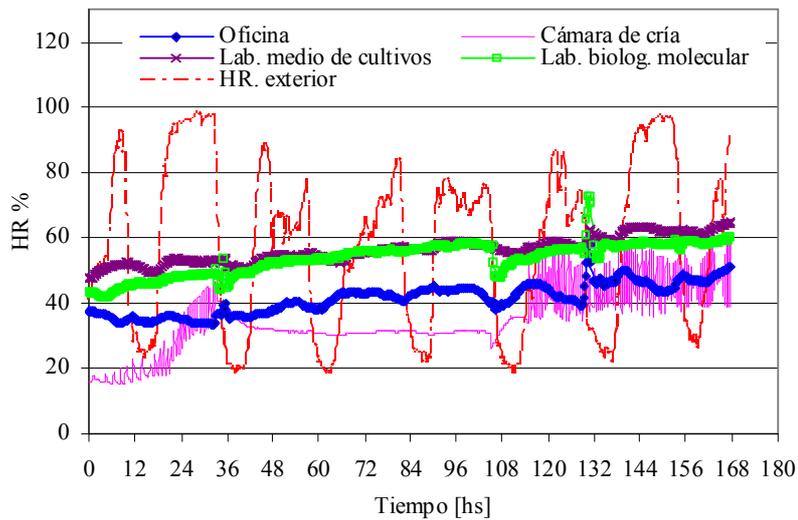


Figura 6. Humedad relativa exterior e interior de cuatro locales del edificio.

**SEGUNDO PERIODO:**

El segundo periodo seleccionado se muestra en la figura 7, fueron días claros y calurosos, con temperaturas máximas entre 33 y 42 °C y amplitudes térmicas diarias de hasta 30 °C, la radiación estuvo entre los 550 y 630 Wm<sup>-2</sup>.

Las mediciones de la temperatura en el interior se muestran en la figura 8, se observa que; el control de la temperatura en la cámara de cría funcionó durante los días de monitoreo manteniéndose la temperatura entre los 17 y los 21 °C.

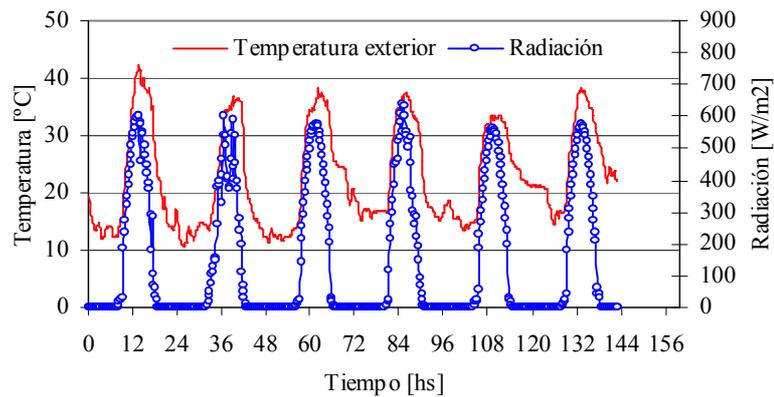


Figura 7. Radiación y temperatura exterior

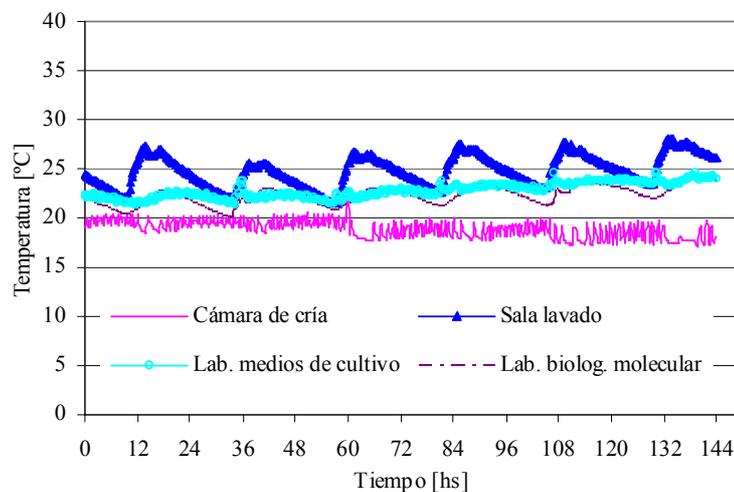


Figura 8. Temperaturas registras en el interior del edificio.

El laboratorio de medios de cultivos tuvo una diferencia entre la mínima y máxima de 2 °C. Los locales con mayores amplitudes térmicas fueron la sala de lavados de frascos y el laboratorio de biología molecular de hasta 7 y 3 °C respectivamente. Los demás locales al no tener ganancia ni pérdidas directas se comportaron entre los rangos de temperatura mostrados en la figura.

En la figura 9 se muestra el comportamiento de las humedades en los cuatro locales seleccionados, para la cámara de cría se observa el registro del encendido y apagado del aire acondicionado, lo que mantuvo los valores comprendidos entre el 40 y 62 %.

El laboratorio de biología molecular fue el local con mayores registros de humedad con valores máximos de hasta 65% y mínimos de 55%. La oficina, por donde se ingresa al edificio, registro un valor mínimo de 37% y un máximo de 54%. Se muestra también humedad relativa exterior.

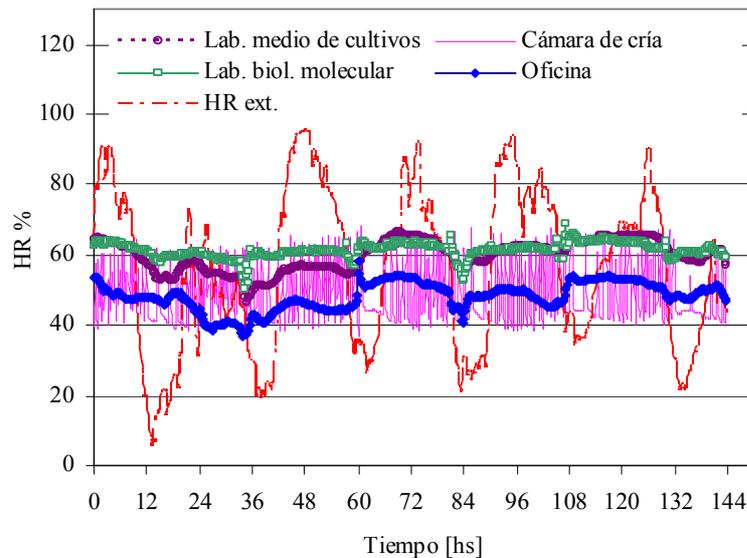


Figura 9. Humedad relativa interior y exterior para el segundo periodo

**TERCER PERIODO:**

El tercer periodo como se observa en la figura 10, fue el más frío, durante el primer día las condiciones externas fueron las más rigurosas de la semana con una temperatura mínima de -3.87 °, los demás valores estuvieron entre los 0 y 3 °C, sin embargo los días fueron claros con radiaciones cercanas a los 600 Wm<sup>-2</sup>, lo que originó amplitudes térmicas elevadas, hasta 25 °C al medio día solar.

Las temperaturas internas del edificio se muestran en la figura 11, la temperatura en la cámara de cría se mantuvo con el aporte del aire acondicionado, alrededor de los 20 °C, con humedades entre el 35 y 45 %.

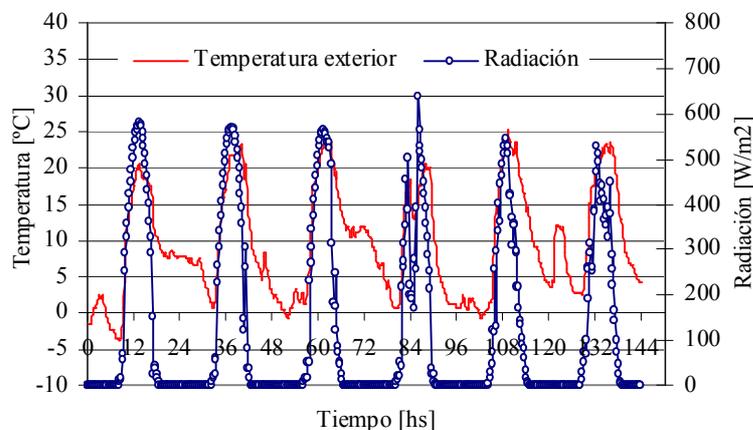


Figura 10. Radiación y temperatura exterior del tercer periodo.

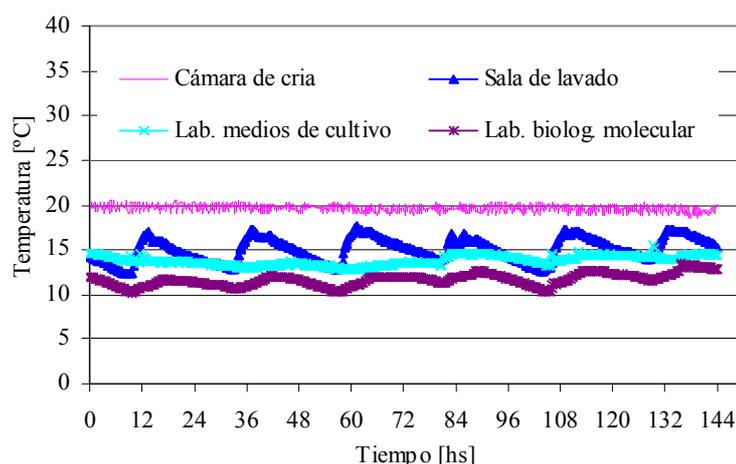


Figura 11. Temperaturas interiores del edificio.

La sala de lavado de frascos fue el local que más ganancia tuvo con registros temperatura mínima de 12 °C, y máximas de 17 °C, valores de amplitudes térmicas muy inferiores a los registrados en las anteriores mediciones.

En el laboratorio de preparación de medios de cultivo, se observa a través de los datos, una diferencia de 1 °C entre las temperaturas máximas y mínimas, durante todo el tiempo de ensayo, las humedades relativas medidas estuvieron entre los 50 y 65 %. En condiciones reales de uso en este periodo la oficina, tuvo bajas temperaturas por lo que fue necesario encender un calefactor a gas envasado durante la mañana desde las 9 a 12 hs a.m. con temperatura de 28 °C.

En el gráfico, se observa con claridad que el local del laboratorio de biología molecular es el que menos ganancias internas presenta, siendo el más frío de todo el edificio con temperaturas mínimas de 10 °C y máximas entre 11 y 13 °C la humedad osciló en el 60 %.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de la primera evaluación higrotérmica del edificio propuesto como laboratorio de micropropagación agámica, se observó que:

Cuando las condiciones climáticas externas de temperatura y humedad son rigurosas, días más calurosos (segundo periodo) o más fríos (tercer periodo), el edificio requiere un aporte auxiliar de energía utilizando sistemas de enfriamiento o calentamiento, especialmente en los locales de biología molecular, medios de cultivos y oficina de recepción. Los resultados del monitoreo indican que cuando las temperaturas externas estuvieron entre los -3.87 y los 3 °C, en los locales más ocupados (oficina de recepción, laboratorio de medios de cultivos, sala de lavados), se utilizó con mayor frecuencia la calefacción (estufa a garrafa y encendido de mecheros), para alcanzar temperaturas entre los 12 y 28 °C. Mientras que en los días más calurosos, fue necesario la apertura de todas las ventanas y puertas del edificio además del funcionamiento de ventiladores. Es decir, para lograr el confort y los requerimientos de temperatura y humedad para realizar la propagación agámica de plantas, se hace un uso excesivo de la calefacción o ventilación sobrepasando cualquier variable tecnológica o arquitectónica, entendiéndose que con esta actitud se facilita el derroche energético y la ineficiencia energética edilicia.

En función de los resultados obtenidos, surge la necesidad de realizar el monitoreo completo durante todo un año del edificio, para delinear nuevas estrategias en su diseño con el fin de adecuarlo a los requerimientos bioclimáticos para la producción agámica de plantas y brindar un apropiado confort y bienestar a las personas que trabajan en el laboratorio.

## REFERENCIAS

- Hartmann H., Hudson L. y Kester D. (1972). Propagación de plantas. Principios y prácticas. Traducido por A. Ambrosio. México, Ed. Continental S. A.
- Hudson J. P. (1967) Control del medio ambiente de la Planta. Actas de la Universidad de Nottingham. Ediciones Omega Barcelona
- Iriarte A., Lesino G., Matías C. y Tomalino L. (1999). Comportamiento higrotérmico en invierno de una cámara para propagación de plantas. Revista Avances en energías renovables y medio ambiente, Vol. 2, N° 1, pág. 02.13 - 02.16.
- Jordan, M. 1996, Técnicas convencionales y biotecnológicas para la propagación de plantas de zonas áridas. Serie Zonas Áridas y Semiáridas N°9. Oficina regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile.

## **ABSTRACT**

This study shows the results of the hygrothermal monitoring of a building adapted for plant reproduction during May and June, 2008. The building is located in the Experimental Station “INTA – Catamarca” (National Institute of Agricultural Technology, Catamarca) and it covers 114m<sup>2</sup>. The objective of this first auditing is to know the hygrothermal behavior of the building in order to adequate the design according to bioclimatic strategies for agamic reproduction. The results obtained show temperatures and external and internal humidities in differents sectors of the building, in three different periods. It is observed that a larger auxiliary energy contribution is needed when the external climatic conditions are severe (cold or hot days) in order to reach the temperature and humidity needs of the building.

**Key words:** agamic reproduction, hygrothermal monitoring, environmental control.