

## EVALUACION TERMICA DE UN EDIFICIO MODIFICADO PARA PRODUCCION AGAMICA DE PLANTAS MEDIANTE SIMEDIF\*

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](mailto:vogarcia958@hotmail.com)  
Tel 54 3833 435955 int 119; 54 3833 15575701

**Resumen:** En este trabajo se presentan los resultados de la simulación del comportamiento térmico de un edificio modificado para la producción agámica de plantas. El objetivo del trabajo, es analizar el comportamiento térmico del edificio con las posibles modificaciones en su estructura de acuerdo a los requerimientos bioclimáticos. Se muestran los resultados de la simulación utilizando el programa SIMEDIF para Windows para verano e invierno. La contrastación de las simulaciones ha permitido identificar las mejoras a realizar para efectuar nuevas acciones que permita alcanzar niveles óptimos de confort higrotérmico para los usuarios y las necesidades para el uso como laboratorio agroindustrial y permitan disminuir el uso de los recursos energéticos convencionales

**Palabras claves:** evaluación térmica, edificio, producción de plantas, simulación.

### INTRODUCCION

La integración de sistemas de acondicionamiento pasivo e híbridos a edificios de uso agroindustrial permiten realizar mejoras en las condiciones lumínica y térmicas, disminuir considerablemente el empleo de los recursos energéticos, el impacto ambiental y la dependencia de acondicionamiento artificial. En la provincia de Catamarca, se está incorporando estos conceptos a un local de propagación agámica adaptado para la multiplicación de plantas de alta calidad, de gran importancia para el desarrollo económico de la región.

Dependiendo de los lugares geográficos, el sector de las construcciones representa entre el 25 y el 50 % del consumo de energía total, del cual, un 60 % se utiliza para la calefacción y aire acondicionado. Para alcanzar este desafío no es suficiente utilizar nuevos métodos de calefacción ni depender de nuevas fuentes de energías. El éxito depende del modo de concebir las construcciones, y sobre todo, en la calidad térmica de sus envolventes para reducir la necesidad de calefacción y de refrescamiento, utilizando niveles adecuados de aislamiento térmicos, instalados correctamente.

Es por ello, que aislar tanto en obras nuevas como rehabilitadas, es ahorrar energía y mejorar el confort de las viviendas, también es posible proteger el medioambiente ya que el aislamiento limita las necesidades de energía, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>. También, se aumenta la vida útil del edificio y con ello el confort de sus ocupantes. El aislamiento representa una plusvalía para el edificio ya que se aprecia la calidad y el valor patrimonial de la construcción.

Además, una construcción bien aislada térmicamente requiere equipos de calefacción y refrigeración de menor capacidad con lo cual es posible reducir costo inicial de equipamiento, una reducción del gasto permanente de energía lo que redundaría en una disminución notable la facturación de combustibles para calefacción y refrigeración.

En este trabajo se muestra la simulación térmica utilizando el programa SIMEDIF para Windows con las modificaciones propuestas para techo y las paredes norte y oeste del Centro Experimental de Propagación Agámica (CEPA), se presentan las gráficas de temperatura simuladas para verano e invierno.

### BREVE DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

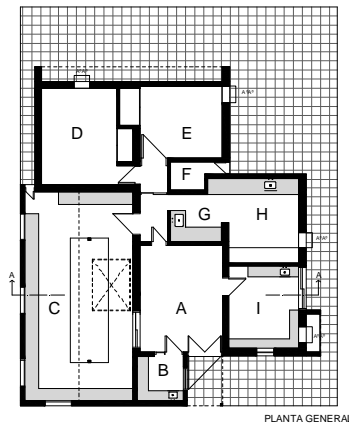
El centro experimental utilizado para producir plantas micropropagadas agamicamente por técnicas invitro, se encuentra en el sector noroeste del predio de la Estación Experimental INTA Catamarca posee un área de 114 m<sup>2</sup> y un volumen de 309 m<sup>3</sup>. Consta de 9 espacios que se agrupan según su uso en dos áreas: el **área de recepción**, que consta de un hall de entrada, un baño y una oficina de recepción en la zona central, en la que se concentra la mayor actividad de las personas que trabajan en el laboratorio (de lunes a viernes de 9 a 13 hs), y el **área de micropropagación**, constituida por una sala de lavado de frascos y dosificación de medios de cultivos (C), un local para la práctica in-vitro llamada cámara de cría (D), una cámara de siembra (E), una sala de preparación de medios de cultivo, de almacenamiento de drogas e instrumental (H y G), un laboratorio de análisis inmunológicos (B) y un laboratorio de biología molecular (I) (García et al 2008). La figura 1 muestra la planta general del edificio

---

\*Parcialmente financiado por: PICTO 32140, UNCa, INTA.

<sup>1</sup> Investigador del CONICET

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



**Referencias**

- A - Oficina de Recepción.
- B - Laboratorio de Microbiología.
- C - Sala de Lavado Frascos y Dosificación de Medio de Cultivo.
- D - Cámara de Cría.
- E - Cámara de Siembra.
- F - Baño.
- G - Droguero.
- H - Sala de Preparación de Medio de Cultivo.
- I - Laboratorio de Biología Molecular.

Figura 1: Planta general del centro experimental.

**MATERIALES Y METODOS**

El edificio se construyó por etapas, la estructura inicial de 100 m<sup>2</sup> 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 estándar. En una segunda etapa se construyó dos locales, uno hacia el norte, la Sala de Lavado Frascos y Dosificación de Medio 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. El segundo local agregado el laboratorio de Microbiología, utilizado para realizar análisis inmunológico, está ubicado en el sector oeste del edificio, de 3.80 m<sup>2</sup>, sin revoque exterior.

Como estrategia bioclimática se decidió recomendar la modificación del techo al que se agregó en todo el techo placas de poliestireno expandido 0.05 m de espesor, protegido con una capa de protección de mortero liviano, a continuación baldosas cerámicas tipo bovedilla de 0.025 m de espesor. Fig. 2. En el caso de las paredes norte y oeste de la sala de lavado, la pared norte de la cámara de cría y la pared oeste del laboratorio de microbiología, se agregaría en la parte exterior poliestireno expandido de 0,05 m de espeso, una malla metálica y revoque exterior de 0,025 m de espesor. Fig. 3.

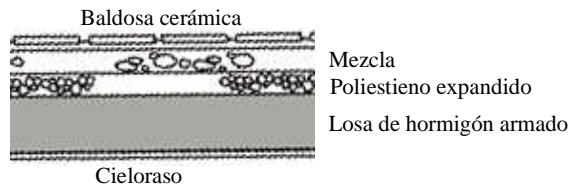


Figura 2: Techo con aislación

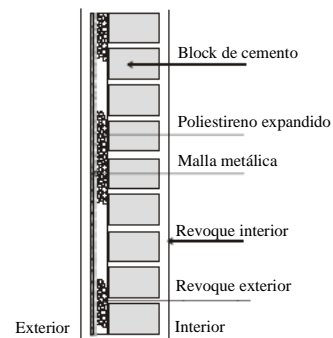


Figura 3: Pared con aislación

**SIMULACION CON SIMEDIF**

Para predecir el comportamiento del edificio y las modificaciones realizadas a partir de la contrastación con los datos experimentales se realizó ambas simulaciones utilizando el programa SIMEDIF para WINDOWS (Flores Larsen y Lesino, 2000; 2001a). Los elementos con que trabaja este software para la modelización son paredes, tabiques, muros de agua, ventanas y ventanillas. Mayor detalle del modelo térmico del programa se encuentra en Flores Larsen y Lesino (2001b; 2001c; 2002a; 2002b).

Para realizar la simulación del edificio en estudio se definieron once locales, cincuenta paredes, 2 tabiques, 6 ventanas y nueve puertas. Se destaca que los techos y pisos de todos los locales son considerados como paredes, debido a su estructura masiva, mientras que el lucernario y el área de techo construida con ladrillos cerámicos se considera como tabique. Debido a que en el entorno del edificio existen obstáculos apreciables (cortinas de árboles), y construcciones cercanas una de las variables de ajuste de la simulación es el área de radiación, la segunda variable de importancia es la renovación de aire de cada uno de los locales.

A partir de monitoreos realizados en el edificio se decidió realizar las simulaciones de un día típico del mes de enero, y un día de julio, en situaciones de construcción inicial, con modificación únicamente en el techo y con las modificaciones en el techo y las paredes norte y oeste.

En la simulación, se tuvo en cuenta los nuevos elementos agregados en el techo y paredes, corrigiéndose los coeficientes de absorción, las capas de las paredes, y los correspondientes a las características físicas de cada material.

## RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

### Simulación verano

Para verano se eligió un día típico del mes de de enero, con las siguientes valores climáticos

Temperatura mínima [°C]	Temperatura máxima [°C]	Temperatura media [°C]	Radiación [MJ/m <sup>2</sup> ]
21.4	33.6	27.5	19.4

Tabla 1.- Temperatura y radiación de un típico del mes de enero

La figura 4 muestra las simulaciones térmicas de la oficina en su estado de construcción inicial (T. Oficina [inicial]), la simulación con la aislación en el techo (con techo aislado), y la temperatura ambiente exterior, (Ta. ex.). Durante el periodo en que se realiza la simulación la actividad del personal en el edificio fue reducida. En ellas se observan la diferencia de temperatura entre el local en sus condiciones constructivas iniciales y la de techo modificado con el agregado de aislante. El desfase de ambas curvas es entre 0.5 y 1.5 °C.

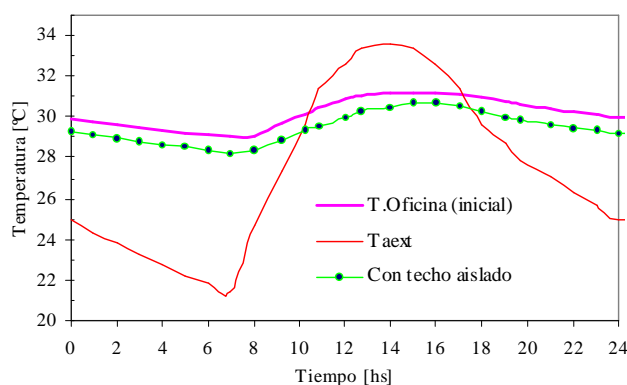


Figura 4: Temperaturas simuladas y exterior de la oficina.

En la figura 5 es posible observar las situaciones en el interior del laboratorio de Biología Molecular ubicado en el sector sur del edificio. Se presentan las curvas de las simulaciones en condiciones iniciales del edificio, Ta. BM. [inicial], y la simulación con las modificaciones en el techo, (con techo aislado) las diferencias entre ambas está comprendida entre 1,5 °C y 2 °C.

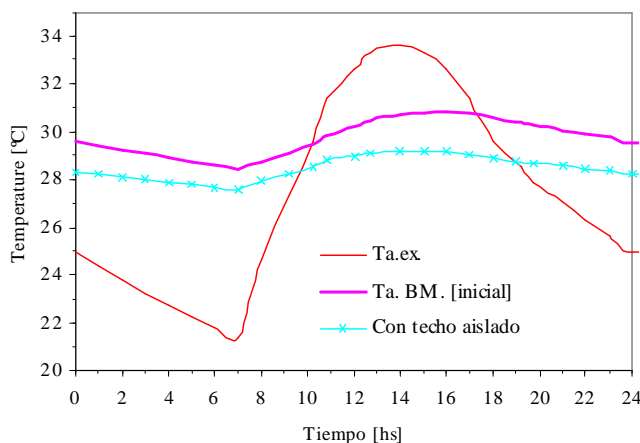


Figura 5: Temperaturas simuladas, y exterior del Laboratorio de Biología Molecular.

Otro de los espacios importantes del Centro experimental es la Sala de lavado y dosificación de medios de cultivos. En la figura 6 se presenta los resultados de la simulación. Se observa como el comportamiento de las tres simulaciones sin remodelación (T. S. de lav. [inicial]) y las modificaciones en el techo (con techo aislado) y paredes norte y oeste (con paredes aisladas), se comportan de manera similar con 0,5 °C de diferencia entre Se debe tener en cuenta que este local tiene tres ventanas vidriadas orientadas hacia el Norte sin ningún tipo de protección y otra hacia el oeste, además de un lucernario en el techo.

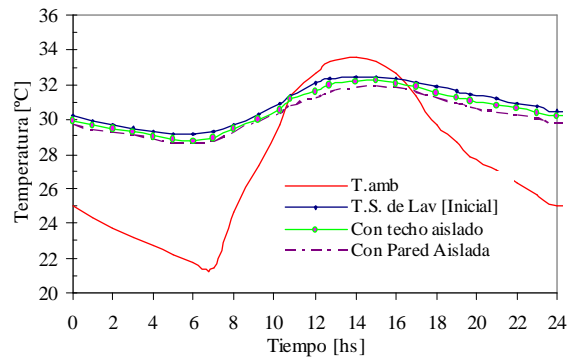


Figura 6: Temperaturas simuladas, y exterior de la Sala de Lavado y preparado de Medios de Cultivos.

En la figura 7, se observa el comportamiento térmico del laboratorio de Microbiología, utilizado para realizar Análisis Inmunológicos. Este local, fue el último en construirse, tiene sus paredes expuestas al oeste, y al sur. De los valores registrados, el desfase entre las temperaturas simuladas de las situaciones, iniciales (Ta. Microb. [inicial]), y la simulada con techo remodelado y pared oeste modificada, está comprendido entre 0,5 °C y 1,5 °C.

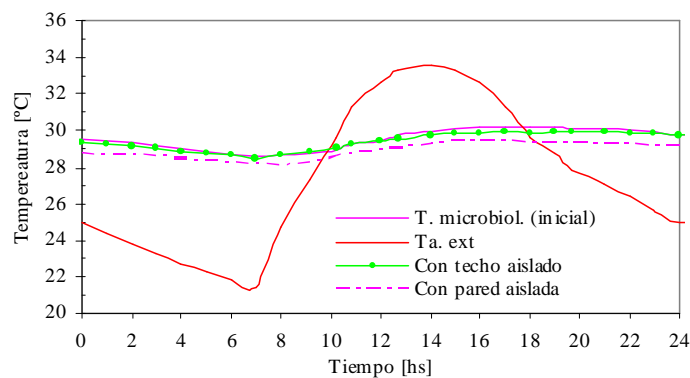


Figura 7: Temperaturas simuladas, exterior del Laboratorio de microbiología.

En la figura 8 se presenta las temperaturas del laboratorio Cámara de cría, sus paredes expuestas al este y al norte del edificio, Se observa que las temperaturas obtenidas mediante simulación de techo y pared modificada están por debajo de la que se obtuvo en condiciones iniciales constructivas de tan solo 0,5 °C.

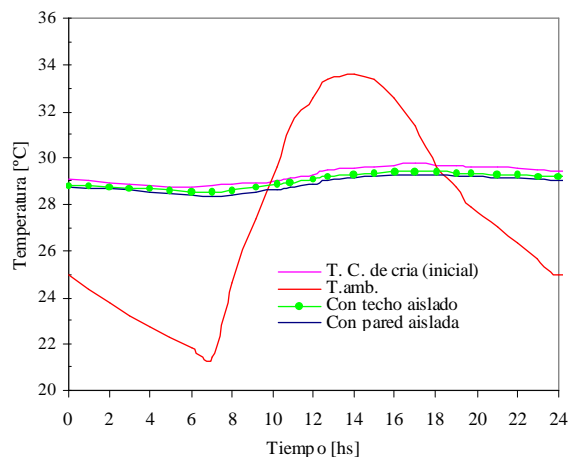


Figura 8: Temperaturas simuladas, de la Cámara de cría. Verano

### Simulación invierno

Para invierno se eligió un día típico del mes de julio, con los valores climáticos que se muestran en la tabla 2.

Temperatura mínima [°C]	Temperatura máxima [°C]	Temperatura media [°C]	Radiación [MJ/m <sup>2</sup> ]
2.03	27.9	14.9	9.8

La figura 9 muestra las simulaciones térmicas de la oficina en su estado de construcción inicial (T. Oficina [inicial]), la simulación con la aislación en el techo (con techo aislado), y la temperatura ambiente exterior, (Ta. ex.). En ellas se observan la temperatura entre el local con el techo aislado está 2 °C por arriba de la situación simulada en sus condiciones constructivas iniciales.

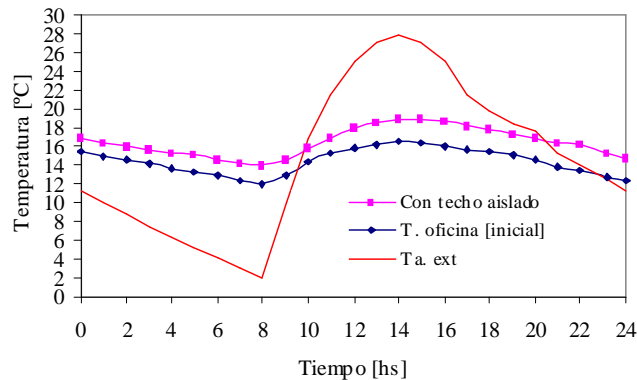


Figura 9: Temperaturas simuladas y exterior de la oficina, invierno.

Lo que se observa en la figura 10 es las simulaciones del laboratorio de Biología Molecular. Se presentan las curvas de las simulaciones en condiciones iniciales del edificio, Ta. BM. [inicial], y la simulación con las modificaciones en el techo, (con techo aislado) las diferencias entre ambas está comprendida entre 1,5 °C y 2 °C.

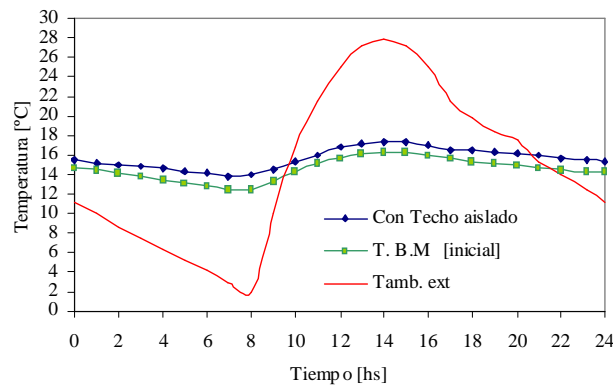


Figura 10: Temperaturas simuladas, y exterior del Laboratorio de Biología Molecular, invierno

En la figura 11 se presenta los resultados de la simulación de la sala de lavado para un día del mes de julio. Se observa como el comportamiento de las tres simulaciones sin remodelación (T. S. de lav. [inicial]) y las modificaciones en el techo (con techo aislado) y paredes norte y oeste (con paredes aisladas), se comportan de manera similar con 0,5 °C de diferencia entre cada una de ellas con una temperatura máxima para la situación de paredes aisladas.

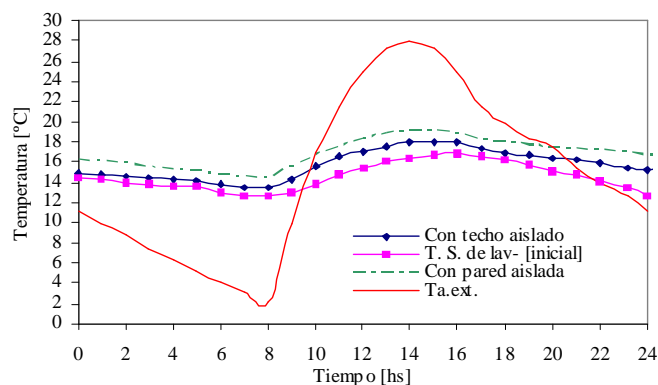


Figura 11: Temperaturas simuladas, y exterior de la sala de lavado, invierno

En invierno la simulación del comportamiento térmico del laboratorio de Microbiología, es la que se muestra en la figura 12. De los valores registrados, el desfase entre las temperaturas simuladas de las situaciones, iniciales (Ta. Microb. [inicial]), y la simulada con techo remodelado y pared oeste modificada, está comprendido entre 1 °C y 3 °C.

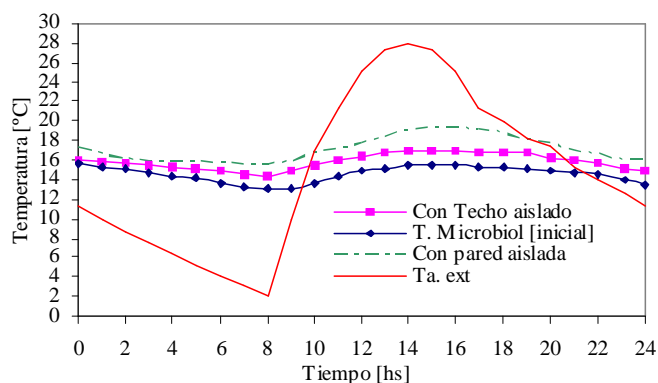


Figura 12: Temperaturas simuladas, exterior del Laboratorio de microbiología. Invierno

En la figura 13 se presenta las temperaturas del laboratorio Cámara de cría, se observa que las temperaturas obtenidas mediante simulación de techo y pared modificada están por arriba de los 3 °C de la que se obtuvo en condiciones iniciales de construcción. En este local es donde se realizan las prácticas de propagación invitro sus paredes expuestas al este y al norte del edificio, la temperatura debe mantenerse constante de entre los 22 °C y 25 °C dependiendo de la especie a multiplicar

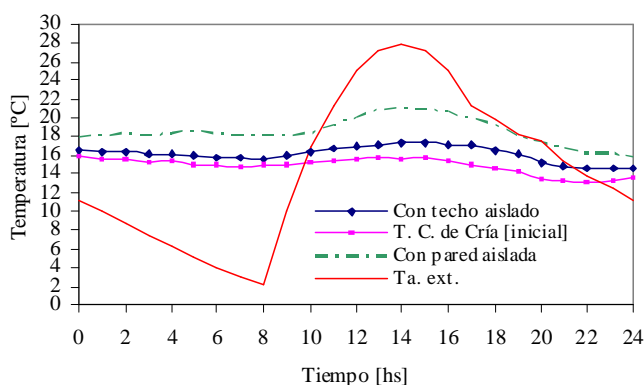


Figura 13: Temperaturas simuladas, de la Cámara de cría. Invierno

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la simulación térmica del edificio propuesto como laboratorio de micropropagación agámica, se pueden extraer las siguientes conclusiones.

Cuando las condiciones climáticas externas de temperatura y humedad son rigurosas, días calurosos o fríos, el edificio requiere un aporte auxiliar de energía utilizando sistemas de enfriamiento o de calentamiento, para lograr temperaturas confortables, siendo necesario la apertura de ventanas y puertas del edificio además del funcionamiento de ventiladores y aire acondicionado en verano y calefactores eléctricos en invierno.

El uso de SIMEDIF resultó apropiado para las simulaciones. Debido a la masa del edificio fue necesario realizar la simulación de su comportamiento térmico durante cinco días previos a fin de lograr el régimen estacionario bajo condiciones iniciales de temperatura.

Si bien las simulaciones del edificio en periodos de no ocupación por parte del personal técnico (enero) permite analizar con mayor detalle su respuesta dinámica ante la apertura y cierre de puertas y ventanas, el uso de sistemas de enfriamiento todavía es necesario para lograr un ambiente de confort en la mayoría de los locales.

Se debe seguir incorporando nuevas estrategias, con la incorporación de estrategias de diseño, especialmente con el agregado de protección en aberturas, para adecuar el edificio a requerimientos bioclimáticos de producción de plantas a través de producción agámica, brindar adecuado confort a los técnicos, reduciendo además el uso de sistemas de energías convencionales, lo que ocasionaría una disminución en los gastos en consumo energético.

## REFERENCIAS

- Flores Larsen S. y Lesino G., 2000, "SIMEDIF 2000: nueva versión del programa de diseño y cálculo de edificios". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 4, 2, pp. 8.53-8.58.
- Flores Larsen S. y Lesino G., 2001a, "A new code for the hour-by-hour thermal behavior simulation of buildings". *Seventh International IBPSA Conference on Building Simulation*, pp. 75-82, ISBN 8590193942, Río de Janeiro, Brasil.
- Flores Larsen S. y Lesino G., 2001b, "Modelo térmico del programa SIMEDIF de simulación de edificios". *Revista Energías Renovables y Medio Ambiente* 9, pp.15-24, ISSN 0328-932X, Argentina.

- Flores Larsen S. y Lesino G., 2001c, "Incorporación de módulos de enfriamiento evaporativo e intercambiadores tierra-aire al programa SIMEDIF". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 5, pp. 08.31-08.36. ISSN N° 0329-5184, Argentina.
- Flores Larsen S. y Lesino G., 2002a, "Modelización de la transferencia de calor en edificios". Actas del 9° *Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia LATCYM 2002*, pp. 66, Puerto Rico. ISBN 0-9726071-0-2.
- Flores Larsen S. y Lesino G., 2002b, "Programa de diseño y simulación de edificios". Actas del *XI Congreso Ibérico y VI Congreso Iberoamericano de Energía Solar*, Portugal.
- García V., Iriarte A. Flores S. y Lesino G. MONITOREO HIGROTÉRMICO DE UN EDIFICIO ACONDICIONADO PARA PROPAGACION AGÁMICA DE PLANTAS *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 12, 2008.Pag. 2.29 – 2.35. ISSN 0329-5184. Argentina*
- Verstraete, J.; Vilapriñó, R.; Esteves, A., Evaluación Económica de Conservación de Energía y Estrategias de Diseño Bioclimático 1993

**ABSTRACT:** This paper presents the results of the simulation of thermal behavior of a building agamic modified for the production of plants. The objective of this study is to analyze the thermal behavior of the building with possible changes in structure according to the bioclimatic requirements. Shows the simulation results using the program for Windows SIMEDIF for summer and winter. The comparison of the simulations has identified improvements to be made to perform new actions that would achieve optimal levels of hygrothermal comfort for users and the needs for laboratory use as food processing and help curb the use of conventional energy resources

**Keywords:** thermal evaluation, building, plant production, simulation