

SIMULACION TERMICA DE UN EDIFICIO MODIFICADO PARA PRODUCCION AGAMICA DE PLANTAS*

V García, A. Iriarte¹, S. Flores^{1,2}, G. Lesino^{1,2}

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
Tel 54 3833 435955 int 119; 54 3833 15575701

Resumen: En trabajos anteriores se planteo la necesidad de incorporar tecnologías de acondicionamiento pasivo e híbridos a un local de propagación agámica adaptado para la multiplicación de plantas de alta calidad, que permitan mejorar las condiciones lumínicas y térmicas para disminuir el uso de recursos energéticos. El objetivo del trabajo, es analizar el comportamiento térmico del edificio con modificaciones en su estructura de acuerdo a los requerimientos bioclimáticos. Se muestran los resultados de la simulación utilizando el programa SIMEDIF para Windows para un periodo estival. Se contrasta los resultados de las simulaciones con y sin modificaciones en el techo, con los resultados experimentales. La contrastación de ambas simulaciones ha permitido identificar y cuantificar las mejoras realizadas para realizar nuevas acciones que permita alcanzar niveles óptimos de confort higrotérmico para el usuario y las necesidades para el uso como laboratorio agroindustrial

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

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 y de las emisiones CO₂. Asimismo, es uno de los sectores en donde se pueden aplicar adecuadamente soluciones para lograr una reducción en el consumo energético.

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 utilizando niveles adecuados de aislamiento térmicos, instalados correctamente, para reducir la necesidad de calefacción y de refrescamiento.

Es por ello, que aislar, es ahorrar energía y mejorar el confort de las viviendas, tanto de obra nueva como rehabilitada, también es proteger el medioambiente ya que el aislamiento limita las necesidades de energía, reduciendo las emisiones de CO₂. 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 utilizar menos equipamientos para reducir el gasto permanente de energía, lo que redundará 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 realizadas en el techo, del Centro Experimental de Propagación Agámica (CEPA), se presentan las gráficas de temperatura experimental y simulada en las situaciones iniciales y modificadas del edificio para los días más críticos de los meses de verano.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

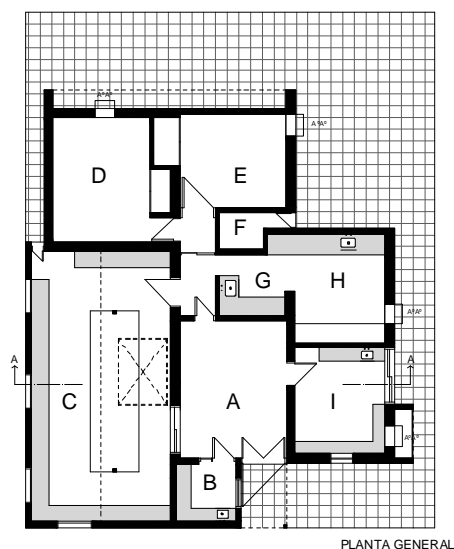
El centro experimental utilizado para producir plantas micropropagadas agamicamente por técnicas invitro, se encuentra en el sector noroeste del predio de la Estación Experimental INTA Catamarca posee un área de 114 m² y un volumen de 309 m³. Consta de 9 espacios que se agrupan según su uso en dos áreas: 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

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

¹ Investigador del CONICET

² INENCO, UNSa. - CONICET

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). Las figuras 1 y 2 muestran la planta general y un corte del edificio.



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.

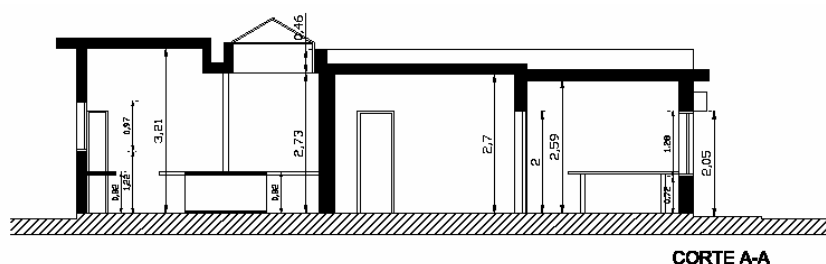


Figura 2. Corte del edificio.

MATERIALES Y METODOS

Las mediciones de comprobación experimental fueron registradas cada 15 minutos. Los aparatos de medición utilizados son HOBO U12 Temp/HR con rangos de medición entre -20 y 70 °C y 5 % y 95 % de temperatura y humedad relativa respectivamente. En total se ubicaron 7 sensores en interior de la casa: en la oficina de recepción, en los laboratorios de biología molecular y de análisis inmunológicos, en la sala de preparación de medios de cultivo, en las cámaras de siembra y de cría, y en la sala de lavados de frascos.

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 15 minutos.

El edificio se construyó por etapas, la estructura inicial de 100 m² 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 m², 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 m² en el techo. El segundo local agregado, es el laboratorio de Microbiología, utilizado para realizar análisis inmunológico, está ubicado en el sector oeste del edificio, de 3.80 m², no posee revoque exterior.

A partir de la simulación realizada para el mes de enero de año 2009 en las condiciones originales del edificio, y al monitoreo efectuado durante ese mes, se decidió simular los locales con las modificaciones realizadas en la cubierta del techo, al que se le colocó placas de poliestireno expandido 0.05 m de espesor, protegido con una capa de protección de mortero liviano, Fig. 3, a continuación se puso ladrillos macizos tipo bovedilla de 0.025 m de espesor, como se muestra en la figura 4.



Fig. 3 Construcción techo con aislación



Fig. 4 Terminación techo modificado

RESULTADOS EXPERIMENTALES

El periodo seleccionado para la contrastación térmica del edificio en su construcción inicial y la modificación de techo es el comprendido entre el 9 y el 17 de enero de 2009. En la tabla 1 se muestran los valores mínimos, máximos, y promedio de temperatura, humedad relativa.

| Temperatura mínima [°C] | Temperatura máxima [°C] | Temperatura media [°C] | Amplitud térmica [°C] | H.R. mínima [%] | H.R. máxima [%] |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| 14.85 | 44.40 | 28.34 | 30.5 | 14.25 | 99.25 |

Tabla 1.- Temperaturas y humedades relativas entre 9 y 17 de enero 2009

En la figura 5, se muestra la Radiación y la humedad relativa, fueron días claros y calurosos, con bajo porcentaje de humedad. Los valores de radiación estuvieron entre los 831 y 1100 W.m⁻², y humedades relativas de 14 % hasta un 90 %.

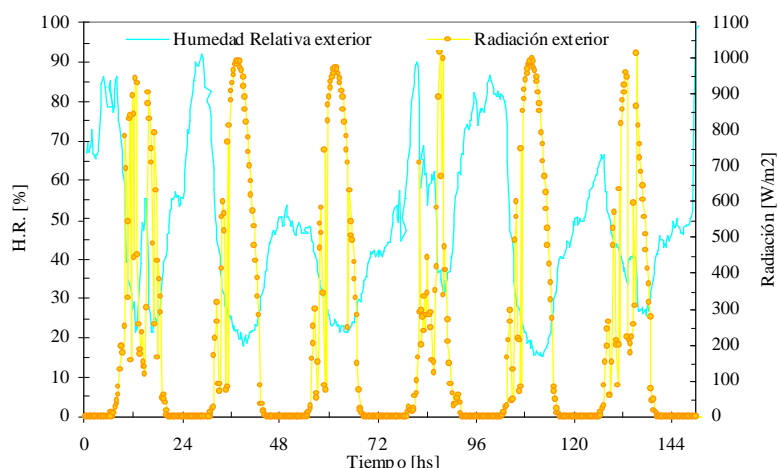


Fig. 5. Radiación y humedad relativa exterior 09 -17 enero 2009.

En la tabla 2 se muestran las temperaturas experimentales, máxima, mínima y promedio de los locales para los días seleccionados.

| | M. de Cultivos | Oficina | Cámara de siembra | Cámara de Microbiología | Biología Molecular | Cámara de cría | Sala de lavado |
|-----------|----------------|---------|-------------------|-------------------------|--------------------|----------------|----------------|
| Tmin [°C] | 27.5 | 30.3 | 27.8 | 27.2 | 29.1 | 27.5 | 27.4 |
| Tmáx | 35.4 | 34.2 | 31.9 | 33.8 | 33.9 | 31.3 | 34.6 |
| Tmedia | 31.3 | 32.1 | 29.7 | 30.1 | 31.4 | 29.3 | 31.1 |

Tabla 2.- Temperaturas mínimas y máximas de los locales 09 – 17 enero 2009

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 definen 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.

Las contrastaciones se realizaron entre: las primeras simulaciones que se realizaron para predecir el comportamiento del edificio, ajustadas con los valores obtenidos experimentalmente, y la simulación obtenida con las modificaciones propuestas de aquella.

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

La figura 6 muestra las simulaciones térmicas para la oficina (Ta Of [Sim]), (TSim. Of. Remodelada), la temperatura experimental (Ta. Of. [exp]), y la temperatura del ambiente exterior, (Ta. ext.). Durante este periodo, la actividad del personal en el edificio fue reducida. En ellas se observan un buen ajuste de las temperaturas medidas experimentalmente y simuladas. El desfase de ambas curvas es entre 0.5 y 1.5 °C para la temperatura y de una hora en el tiempo. Si se compara las curvas obtenidas entre las dos simulaciones se observa que la obtenida con las remodelaciones en techo se encuentra por la tarde, a una temperatura inferior de hasta 2 °C.

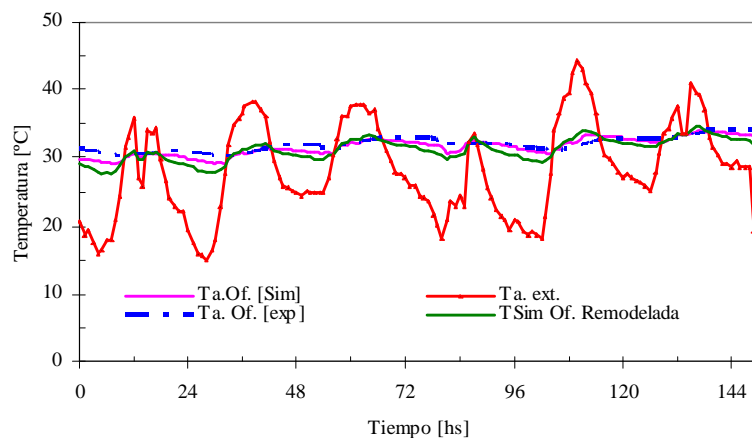


Fig.- 6. Temperatura simulada, experimental y exterior de la oficina.

En la figura 7 es posible observar las situaciones en el interior del laboratorio de Biología Molecular. Se presentan un buen ajuste preliminar entre el experimental (Ta. B.M [exp]) y el simulado en condiciones iniciales del edificio, Ta. BM. [Sim], se ve además, en la curva de la simulación con las modificaciones en el techo la temperatura en el laboratorio (TSim BM Remodelada) disminuye hasta los 3 °C, con amplitudes térmicas de hasta 5 °C.

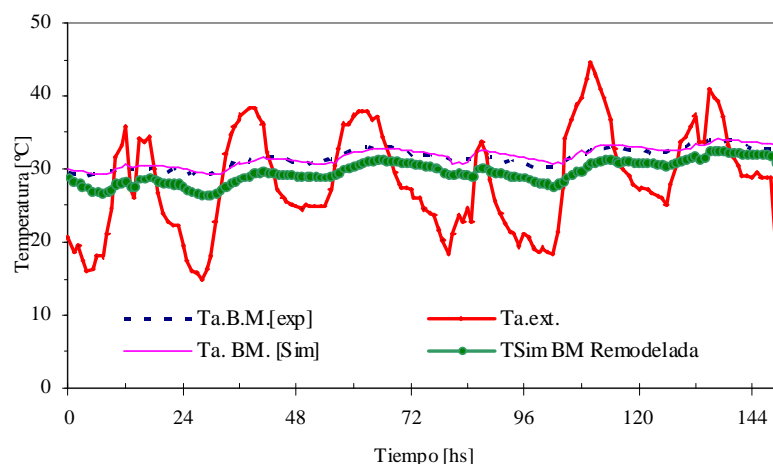


Fig. 7. Temperaturas simuladas, experimental y exterior del Laboratorio de Biología Molecular.

Otro de los espacios importantes del centro experimental es la sala de lavado y dosificación de medios de cultivos. En la figura 8 se presenta los datos medidos y los simulados. Se observa como el comportamiento de las dos simulaciones sin remodelación y remodeladas se comportan de la misma manera que la experimental, alcanzando amplitudes térmicas de hasta 7 °C. 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.

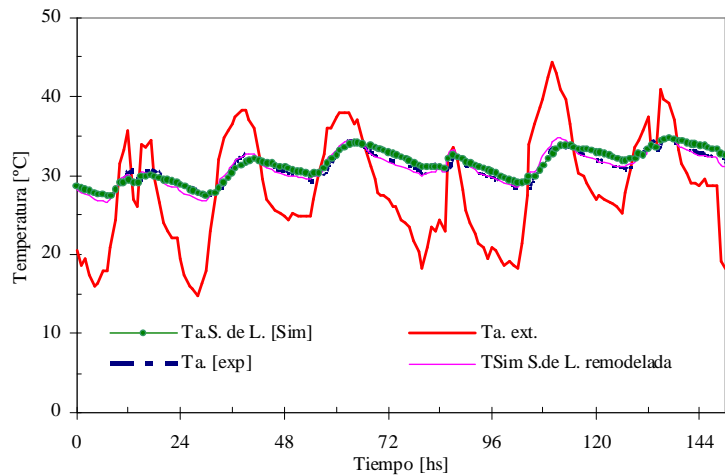


Fig. 8. Temperaturas simuladas, experimental y exterior de la Sala de Lavado y preparado de Medios de Cultivos.

En la figura 9 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. [S]), y la simulada con techo remodelado, está comprendido entre 1 °C y 1,5 °C, mientras que entre esta última se encuentra 2 °C por debajo de la temperatura experimental.

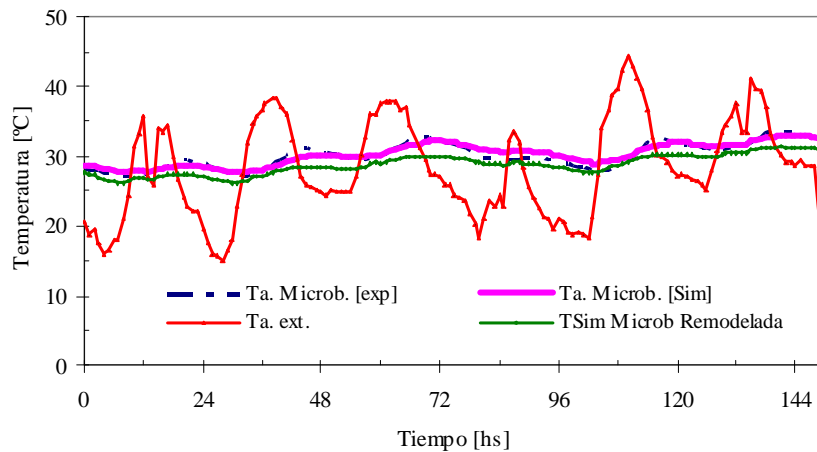


Fig. 9. Temperaturas simuladas, experimental y exterior del Laboratorio de microbiología.

En la figura 10 se presenta las temperaturas del laboratorio Medio de Cultivo, sus paredes expuestas al este y al sur del edificio. Se observa que cinco de los 6 días elegidos la simulación de la temperatura con el techo aislado está por debajo de las graficas, mientras que en el quinto día la temperatura del ambiente medido experimentalmente se encuentra 1 °C por debajo de las dos simuladas.

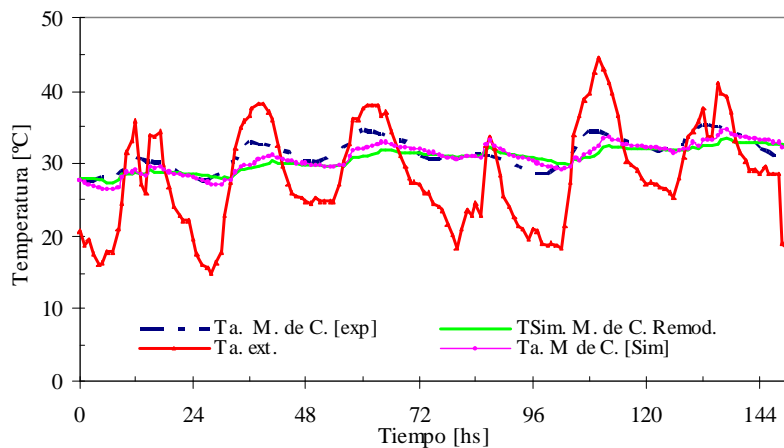


Fig.10.- Temperaturas simuladas, experimental y exterior del Laboratorio de Medios de Cultivos.

CONCLUSIONES

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

Cuando las condiciones climáticas externas de temperatura y humedad son rigurosas, días calurosos, el edificio requiere un aporte auxiliar de energía utilizando sistemas de enfriamiento, en este caso en particular, especialmente en los locales de biología molecular, medios de cultivos y oficina de recepción, siendo necesario la apertura de ventanas y puertas del edificio además del funcionamiento de ventiladores y aire acondicionado.

El uso de SIMEDIF resultó apropiado para contrastar las simulaciones con los datos experimentales, con diferencias de entre 0,5 y 1,5 °C entre medición y simulación en locales.

Si bien las simulaciones y el monitoreo del edificio en periodos de no ocupación por parte del personal técnico permitió 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.

El mejoramiento de las condiciones de confort y el ahorro de energía se alcanzaría con la incorporación de aislamiento térmico a la envolvente según cada caso para reducir la carga de enfriamiento y de calefacción. Consideramos que aislar la cubierta en una primera etapa es la medida de mejoramiento más simple y económica, opción que sumada a las estrategias de climatización natural que ya tienen los usuarios incorporadas a su rutina de vida, sin ninguna duda, permitiría reducir el consumo de energía, mejorando las condiciones de confort. En un próximo trabajo se evaluará el costo del mejoramiento de la resistencia térmica de la envolvente superior.

Se debe seguir incorporando nuevas estrategias, con la incorporación de estrategias de diseño, especialmente con el agregado de aislación térmica en las envolventes, 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*

ABSTRACT: In previous work there is a need to incorporate technologies and hybrid passive conditioning to a local spread agamic adapted for the growth of high quality plants that enhance the thermal and light conditions to reduce the use of energy resources. The aim of this study is to analyze the thermal behavior of the building changes its structure according to the bioclimatic requirements. Shows the simulation results using the program for Windows SIMEDIF for summer. It contrasts the results of simulations with and without modifications to the roof with the experimental results. The contrast of both simulations has allowed us to identify and quantify the improvements made for further actions to reach optimal levels of hygrothermal comfort for the user and the needs for laboratory use as agroindustrial

Keywords: thermal simulation, building, plant production