

PROPUESTAS PARA REDUCIR CONSUMO ENERGÉTICO EN UN EDIFICIO PARA PRODUCCIÓN DE PLANTAS

García V*, Iriarte A¹, Flores S^{1,2}, Ferron L³, Pattíni A^{1,3}, Villalba A³, Lesino G^{1,2}

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

* Parcialmente financiado por: PICTO 32140, UNCa, INTA. - victorgarcia958@gmail.com

¹Investigador del CONICET - ²INENCO, UNSa. – CONICET - ³LAHV INCIHUSA, CONICET, Mendoza

Las nuevas tecnologías de acondicionamiento pasivo e híbrido integradas en edificios de uso agroindustrial permiten: mejorar las condiciones lumínicas y térmicas, disminuir el uso de recursos energéticos, el impacto ambiental y la dependencia de instalaciones de acondicionamiento artificial. El objetivo del trabajo es conocer el comportamiento de un edificio para la multiplicación de plantas, de gran importancia para el desarrollo económico de la región, con el propósito de adecuar su diseño con estrategias bioclimáticas y proponer sistemas de iluminación para ahorro de energía. Se realizaron mediciones de temperaturas, iluminación y humedades externas e internas en diferentes sectores del edificio con datalogger automáticos, durante un año. Se realizan propuestas para reducir el consumo de electricidad incorporando sistemas de iluminación natural en laboratorios de propagación. Se muestran los resultados del monitoreo durante los meses más críticos de invierno y verano, y la simulación térmica utilizando el programa SIMEDIF para Windows. Los resultados de los periodos relevados y simulados de la edificación han demostrado la dependencia de las variables climáticas exteriores y aspectos constructivos de la vivienda, que influyen en el ahorro energético y el impacto ambiental. Se describen sugerencias para adecuar el diseño y obtener una disminución importante en el consumo energético convencional

Introducción

Un importante documento de Naciones Unidas (WEA, 2000) establece que las actividades energéticas son responsables del 85 % de las emisiones antropogénicas de SO₂ y que el 78 % de las emisiones de CO₂ tienen su origen en la combustión.

Lenssen y Roodman, (1995) consideran que la edificación es responsable de casi la mitad de las emisiones de CO₂, dominando además la economía energética mundial. Edificios devoradores de energía con diseños que están fuera de un contexto sostenible del desarrollo, son la causa de gran parte del deterioro ambiental.

La energía utilizada en edificios representa una importante proporción del total a nacional, nivel regional, y local. Se estima que entre el 35 y 40 % de todos los recursos energéticos primarios utilizados en Argentina se destinan al acondicionamiento del hábitat construido.

Durante los últimos años, en la provincia de Catamarca, han surgido situaciones que indican un aumento de la problemática del abastecimiento energético, tanto en el sector eléctrico como de gas, con interrupciones en el suministro especialmente en la época estival.

Ante esta situación se requiere de urgentes medidas para reducir la demanda de energía en edificios y evitar los impactos ambientales perjudiciales. Esto implica la búsqueda de estrategias bioclimáticas que permitan lograr este objetivo y asegurar una adecuada calidad de vida con menor dependencia energética.

Los sistemas innovativos de iluminación natural son elementos ópticos que trabajan tanto colocado en ventanas o en otro tipo de aberturas al exterior (Pattini, Mitchell *et al.* 2003) (Ferron, Pattini *et al.* 2007). Están diseñados con la intención de adaptar la intensidad y la distribución de la luz natural en un espacio sin generar discomfort. En general los sistemas de iluminación natural trabajan en conjunto con estrategias de iluminación artificial, debido a la gran variabilidad de la luz solar, difusa y reflejada que constituye la iluminación natural regional. Todo esto con el objetivo de minimizar el impacto del uso de energía eléctrica.

La posibilidad del uso de nuevas tecnologías de acondicionamiento pasivo e híbrido integrados en edificios de uso agroindustrial permiten: mejorar las condiciones lumínicas y térmicas, disminuir el uso de recursos energéticos, el impacto ambiental y la dependencia de instalaciones de acondicionamiento artificial. En la provincia de Catamarca, Argentina (28° 40' latitud sur y 65° 45' longitud oeste), se incorpora estos conceptos a un local de propagación agámica de 114 m² adaptado para la multiplicación de plantas de alta calidad, de gran importancia para el desarrollo económico de la región.

Entre las estrategias bioclimáticas más importantes en un edificio, a tener en cuenta, se puede mencionar:

- Forma edilicia apropiadas para conservar energía en invierno, captar radiación solar en épocas frías, aprovechar la iluminación natural.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTE

- Evaluación de las características térmicas de paredes y techos para reducir el ingreso de calor estival y controlar pérdidas en época invernal.
- Aberturas vidriadas con ubicación, tamaño y orientación para lograr captación o protección solar, y aprovechar la iluminación natural.

Para realizar el presente trabajo se tuvieron como premisa

1. Evaluar del Centro de Propagación Agámica existente en el INTA - Catamarca, realizando un monitoreo higrotérmico, y la simulación numérica de la construcción.
2. Proponer sistemas de iluminación natural en la sala de dosificación de medios de cultivos, y cámara de cría.

Se muestran en conjunto las mediciones del monitoreo higrotérmico y la simulación con SIMEDIF para Windows, comportamiento lumínico de un sector del edificio utilizado para la dosificación de medios de cultivos y para la propagación de plantas, la incorporación de los nuevos sistemas de iluminación natural, cenital y estantes de control y redirección de la luz en las ventanas, para evaluar los niveles de iluminación en las zonas de trabajo, y la propuesta del sistema anidólico para incorporar en la cámara de cría.

Descripción del edificio

El proyecto en sus inicios, respondió a un programa elaborado por los técnicos del área de biotecnología y genética de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Catamarca, 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.



Fig. 1.- Vista del edificio utilizado como laboratorio de propagación agámica

El edificio utilizado, de tipología compacta, se encuentra ubicado en la zona bioclimática Ia, en la EEA – INTA - Sumalao sobre la Ruta Provincial N° 33 km 4 en el departamento Valle Viejo, Catamarca, (García *et al.*, 2008 y García *et al.*, 2009). Consta de 9 ambientes, los cuales se referencian en la Figura 2, según su uso se agrupan en dos áreas: 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 horas), 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).

Descripción de la sala de dosificación de medios de cultivos

La sala de dosificación y medios de cultivo, en la que también se realizan los lavados y esterilización de frascos para ser utilizados en la propagación agámica, se encuentra en el área de micropropagación.

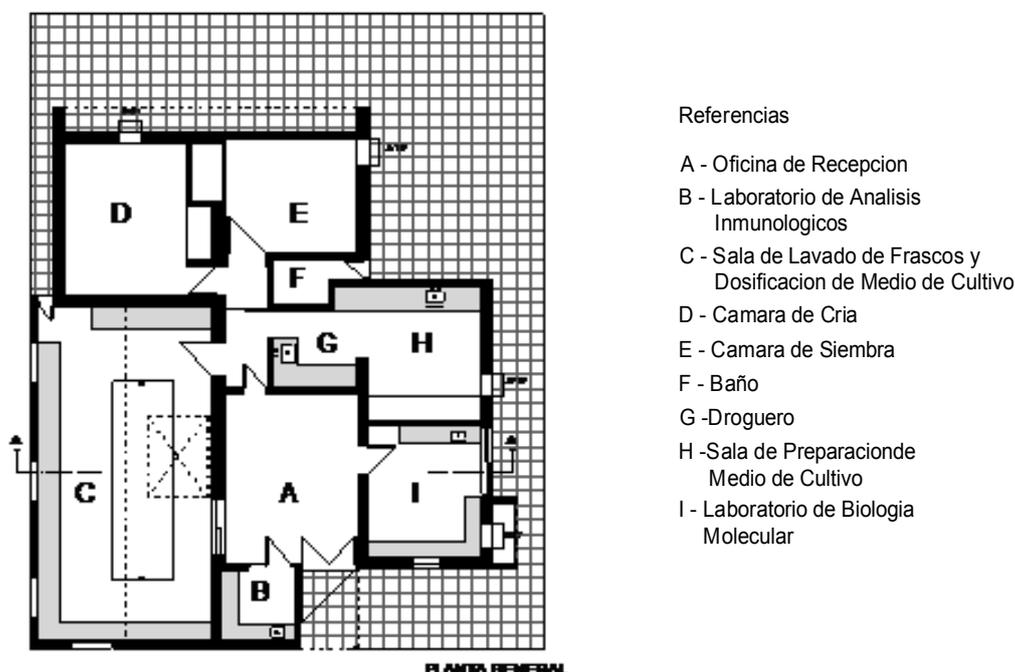


Fig. 2.- Planta general del centro experimental.

Este sector es el que posee la mayor iluminación, tiene tres ventanas unilaterales vidriadas sin celosía ubicadas en la fachada norte, (Fig. 3), otra hacia el oeste y una puerta de emergencia, además en el techo se ha construido un ventiluz de 3.75 m², que aporta un ingreso de luz adicional al local, Fig. 4



Fig. 3. Ventanas fachada Norte



Fig. 4. Foto del lucernario

Estas aberturas (unilateral y cenital), carecen de elementos de control de la iluminación directa, permitiendo el acceso de radiación solar directa en distintas estaciones del año y horas del día. Esto genera riesgo de deslumbramiento (tanto fisiológico como psicológico) para los usuarios que deben desempeñar sus tareas visuales diurnas en las mesadas ubicadas unas contiguas a las ventanas laterales y otras bajo el lucernario. También está presente el disconfort térmico asociado a la radiación directa sin control estacional.

Descripción de la cámara de cría

La sala de cría actualmente no posee ninguna entrada de luz natural, tiene un muro correspondiente a la envolvente del edificio orientado al Norte. (Fig. 5 y 6). Todo su aporte de iluminación es a través de tubos fluorescentes y su interior tiene una reflectancia de muros y techos de 0.79%.



Fig. 5.- Vista externa de la cámara de cría



Fig. 6.- Interior de la cámara de cría

Plan de monitoreo y simulación

El plan de monitoreo se inicia en condiciones reales de funcionamiento del edificio con el objeto de cuantificar el comportamiento térmico. Asumiendo que la situación del edificio no es la apropiada desde el punto de vista energético, para la propagación de plantas, las mediciones permitirán conocer, en una primera aproximación, la respuesta de una parte del edificio a una serie de excitaciones instantáneas externas.

Los datos del ambiente exterior se 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.

Los aparatos de medición utilizados son HOBO U12 T/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. En los dos últimos locales, además, de la temperatura y humedad relativa los sensores miden iluminación

Fig. 7.-

Ubicación del medidor de iluminación en mesada central



La medición de la iluminación en la sala de lavado se realizó con un medidor LICOR, se lo colocó equidistantes en distintos lugares sobre las zonas de trabajo de las mesadas, que están ubicadas junto a la pared norte y en el centro del local, Figura 7. Estas mediciones fueron realizadas durante las horas en que se desarrollan las actividades en el laboratorio.

En la Figura 8 se muestra el trazado de los rayos correspondientes a la altitud solar para las estaciones de verano (84° color rojo) de primavera-otoño (62° color verde) y de invierno (38° color naranja). Puede observarse que la penetración de la radiación solar directa, produce deslumbramientos sobre el campo visual de los usuarios, en particular en aquellos que realizan sus tareas en las mesadas de trabajo ubicadas bajo las ventanas laterales en la estaciones de otoño, invierno y primavera. En verano reciben iluminación difusa ya que el alero evita el acceso de la directa sobre la mesada de trabajo, pero la visión al exterior puede ocasionar molestias visuales por los elevados contrastes de luminancia.

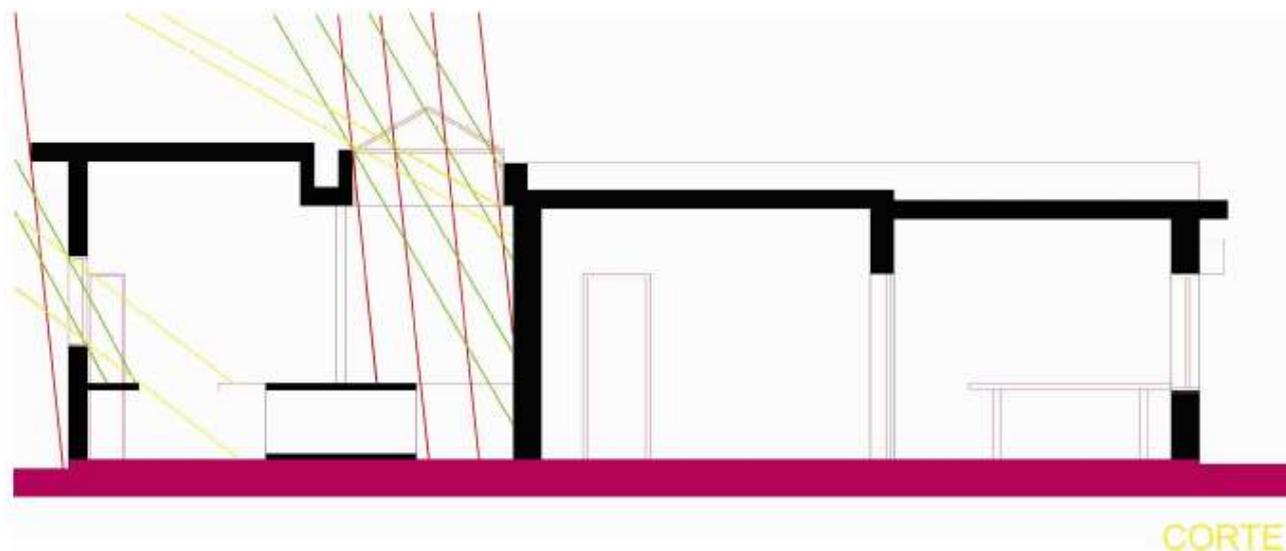


Fig. 8.- Trazado de rayos para distintas estaciones

En cuanto al lucernario, vemos que provoca discomfort visual la falta de control de la iluminancia directa en el verano y estaciones intermedias, siendo menor el riesgo de incomodidad visual en invierno, ya que la mancha solar no se produce en el campo visual de los trabajadores.

Resultados experimentales

En la tabla se muestran los registros de los días más fríos y calurosos de los meses de invierno y verano de los años 2008 y 2009 respectivamente.

MES y AÑO	DÍA	Tmín [°C]	Tmáx [°C]	MES y AÑO	DÍA	Tmín [°C]	Tmáx [°C]
Junio – 08	16	-2,4	26,7	Diciemb 08	26	24,0	45,4
Julio – 08	01	1,8	29,1	Enero - 09	17	22,8	46,4
Agosto - 08	09	1,2	28,3	Febrero - 09	02	19,4	45,9
Setiembre - 08	05	-1,1	26,3	Marzo - 09	01	18,9	44,9

Tabla 1.- Temperaturas mínimas y máximas: invierno 2008 y verano 2008 -2009

Monitoreo y simulación del edificio

Para el monitoreo y simulación de algunos de los locales del edificio se seleccionaron dos periodos en particular, de acuerdo a las condiciones ambientales exteriores y al comportamiento de los locales: 1) 08 al 17 de Junio del 2008 2) 09 al 17 de enero del 2009.

Simulación con SIMEDIF

La simulación del comportamiento del edificio durante los dos periodos se realizó utilizando el programa SIMEDIF para WINDOWS. Este programa permite ajustar los datos medidos, para conocer su comportamiento bajo condiciones climáticas o de orientaciones diferentes, detectar problemas de confort y estudiar la eficiencia de diferentes alternativas de mejora. Los elementos con que trabaja 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.

Primer periodo

Las condiciones ambientales externas para el primer periodo seleccionado, fueron días claros con radiaciones sobre superficie horizontal, comprendidas entre 519,4 y 554,4 W.m⁻², las temperaturas mínimas registradas estuvieron entre -2,4 °C y 3,7 °C mientras que la máxima temperatura fue de 30 °C. La amplitud térmica durante el día más frío del año fue de 29 °C.

La Figura 9 muestra los resultados de la temperatura ambiente interior simulada y experimental medida durante el monitoreo, para la oficina [Ta,of(S)], [Ta,of(E)] y la del laboratorio de biología molecular [Ta, B.M. (S)], [Ta, B.M.(E)] y la temperatura ambiente exterior [Ta,ex]. Se observa un buen ajuste de las temperaturas medias y amplitudes térmicas simuladas y medidas, como así también el establecimiento de las horas en que se producen los máximos y mínimos de temperatura.

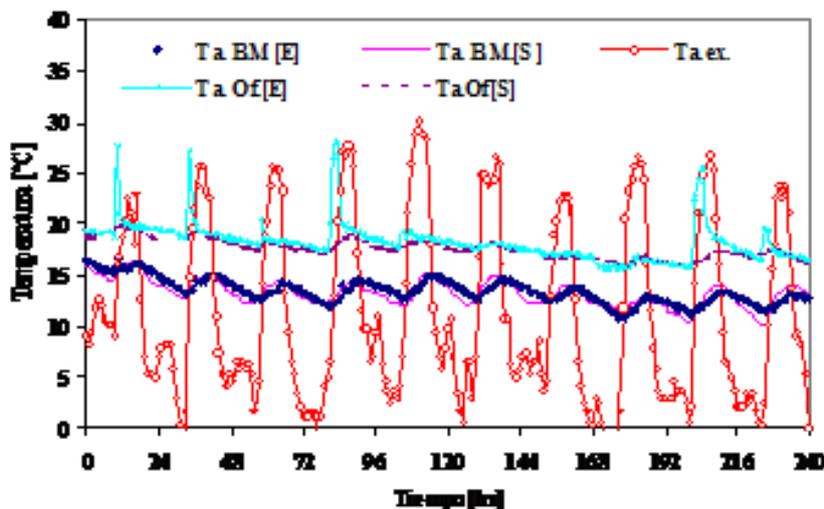


Fig. 9.- Temperatura experimental y simulada del laboratorio de biología molecular y oficina.

El laboratorio de biología molecular, ubicado en el sector sur, registra temperatura mínimas de 11 °C entre las 8 y 9 am y máxima de 16 °C a las 4 pm. 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. La humedad relativa medida estuvo entre 45 y 60%.

Al comparar los datos medidos y simulados del laboratorio de biología molecular se observa que ambas curvas se ajustan con una diferencia del orden de 1 °C, con una amplitud levemente inferior en la curva simulada durante la tarde y superior en los últimos días y un desfase temporal de una hora.

En las curvas de las temperaturas experimental y simulada de la oficina, se observa un buen ajuste durante todo el periodo, destacándose notablemente las horas de presencia del personal que para alcanzar el confort térmico encienden una estufa a gas, ocasionando con este aporte de calor un desfase de hasta 10 °C.

En la figura 10, se muestran las temperaturas simulaciones y experimentales correspondientes a las cámaras de cría [Ta, C.C(S)], [Ta, C.C(E)] y siembra [Ta, C.S.(S)], [Ta, C.S.(E)] y la temperatura ambiente exterior.

En la cámara de cría, se observa que la temperatura se mantiene entre los valores requeridos para su funcionamiento entre 19 y 20 °C, con humedad relativa entre los 32 y el 50 %, estas condiciones ambientales son las aportadas por un aire acondicionado que funciona durante todo el día. La iluminación aportada por las lámparas durante este periodo estuvo alrededor de los 1300 a 1500 lux.

El desfase de lo simulado con lo obtenido experimentalmente durante el monitoreo es de hasta 6 °C, esta temperatura es aportada por el aire acondicionado que funciona mientras se realiza trabajo en el local.

En el caso de la cámara de siembra el ajuste de ambas curvas es bueno con una diferencia de temperatura menor de 0,5 °C, con excepción de los últimos días en que esta diferencia aumento a 1 °C. También se observa en el aumento de la temperatura experimental cuando al ingresar se enciende la lámpara eléctrica.

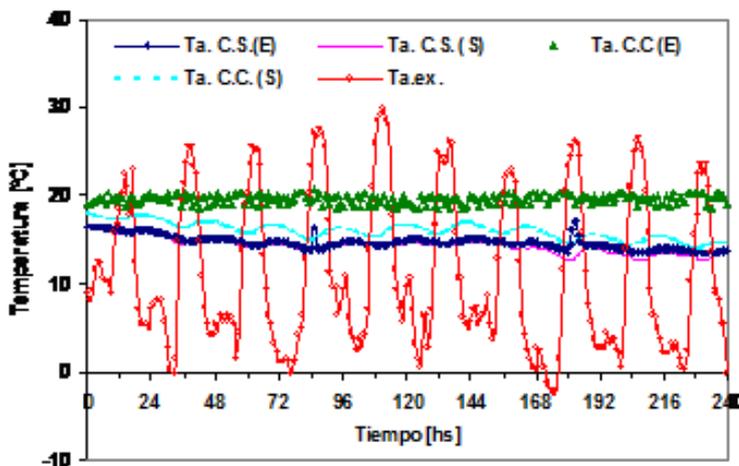


Fig. 10.-

Temperatura experimental y simulada de la cámara de cría y de la cámara de siembra

Segundo periodo

El segundo periodo seleccionado, fueron días claros y calurosos, con temperaturas máximas entre 33 y 44 °C y amplitudes térmicas diarias de hasta 26 °C, la radiación estuvo entre los 831 y 1100 Wm⁻².

En la figura 11 se muestra los resultados de la simulación y los datos experimentales de las temperaturas para la oficina [Ta,of(S)], [Ta,of(E)] y la del laboratorio de biología molecular [Ta, B.M.(S)], [Ta, B.M.(E)]. 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, como así también el establecimiento de las horas en que se producen los máximos y mínimos de temperatura. El desfase de ambas curvas es entre 0,5 y 1,5 °C para la temperatura y de una hora en el tiempo.

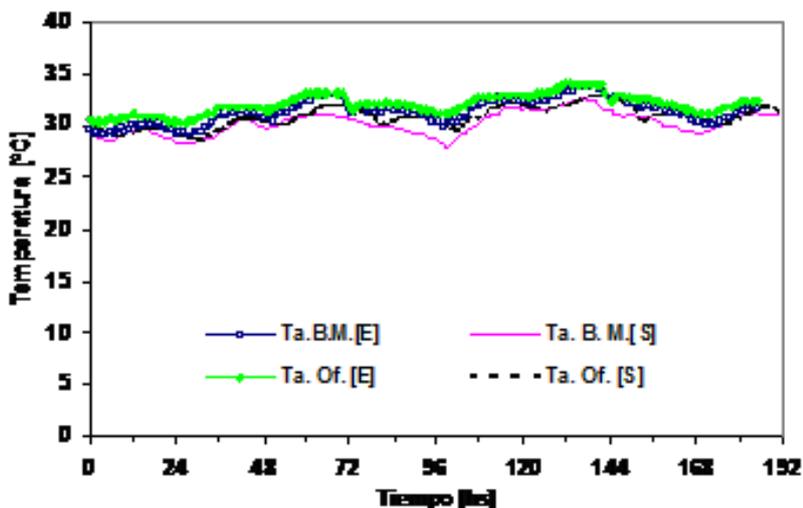


Fig. 11.-

Temperatura experimental y simulada de la cámara de cría y de la cámara de siembra

Modificaciones realizadas en la sala de lavado

A los efectos de resolver los riesgos de desconfort visual de los usuarios de la sala de lavado y a su vez con el objetivo de mejorar las condiciones de aprovechamiento energético de la luz natural, se diseñaron dos estrategias:

Ventanas laterales

Para el control de la luz directa proveniente del sol, que ingresa sobre las ventanas ubicadas en la fachada norte, se dimensionaron estantes de luz exteriores al vidrio, (Figura 12), que según el estudio del trazado de los rayos incidentes que se muestran en la Figura 13, bloquearán la radiación directa por redireccionamiento de los mismos hacia el cielorraso.



Fig. 12. Estantes de control y redirección de la luz del sol

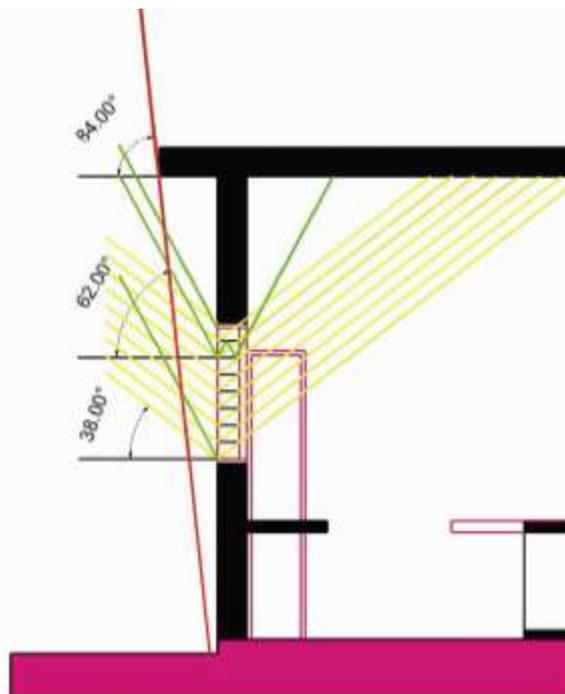


Fig. 13. Dibujo de rayos incidentes y redirección de la iluminación solar directa

Estos estantes, son metálicos de 0,20 m de ancho, y están pintados con esmalte sintético blanco brillante,



Fig. 14. Ubicación de estantes en la ventanas fachada norte

Lucernario

Para reemplazar el lucernario cenital se construyó sobre el techo de la sala de dosificación un block con aberturas vidriadas en sus laterales este – oeste y frontal norte. De esta manera si bien se limitó la cantidad de luz que ingresa se priorizó la orientación bioclimática óptima.

Como estrategia para el control de la radiación directa, en este caso, se eligió la difusión de la misma mediante una placa de policarbonato alveolar blanco traslúcido. La figura 15, muestra detalles del conjunto diseñado y sus dimensiones, en la figura 16, se ve el estudio de los rayos de incidencia sobre el sistema cenital antes de su construcción y en la figura 17, se observa la construcción terminada.

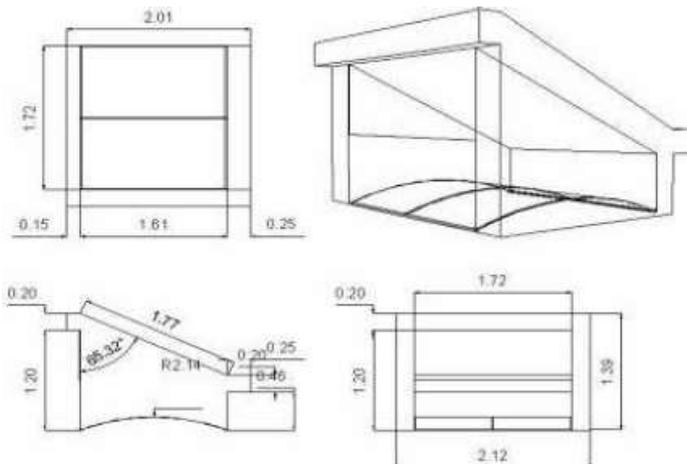


Fig. 15.- Detalle del conjunto diseñado

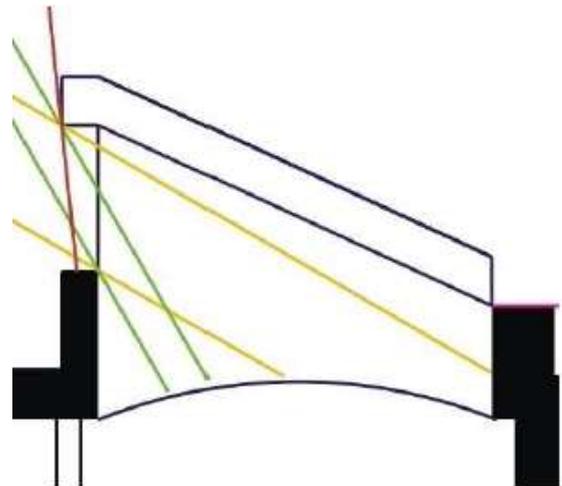


Fig. 16.- Estudio de los rayos de incidencia sobre sistema cenital propuesto



Fig. 17.-
Lucernario terminado

Las dos estrategias de control de iluminación directa, se diseñaron en función de las necesidades de iluminación para los respectivos puestos de trabajo y condicionadas al acceso de la luz natural preexistente. Una de ellas corresponde a la redirección (estantes de luz) que se realizó sobre ventanas laterales para mejorar la distribución de niveles de iluminación hacia el interior, aumentando la componente reflejada del interior. La segunda estrategia es de difusión la luz solar directa, mediante el panel difusor de policarbonato translúcido del lucernario. En la figura 18, se muestra el corte de las estrategias diseñadas con el trazado de los rayos de luz para las distintas estaciones.

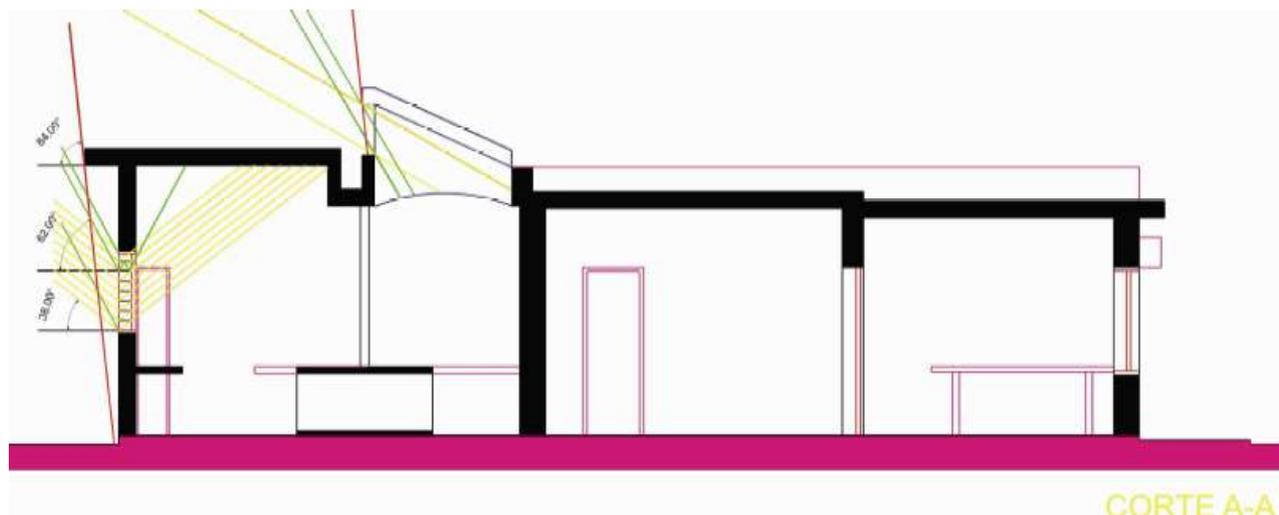


Fig.18.- Corte del edificio con modificación e incorporación de sistemas de iluminación natural.

Resultados experimentales obtenidos

Los valores registrados con el medidor LICOR, en el interior y exterior para un día despejado en las mesas de la sala de dosificación se muestran en la Tabla 2 para la ubicada en el centro, mientras que en la Tabla 3, se encuentran las medidas tomadas sobre la mesada que se encuentra junto a la pared norte.

Hora	1	2	3	4	5	6	Exterior
9	397	412	432	316	516	568	2616
10	789	860	763	743	1070	934	3986
11	990	1113	950	903	1270	959	10746
12	1142	1100	1009	1060	1312	1054	18493
13	1303	1250	1024	1028	1300	1059	20600

Tabla 2.- Iluminación en mesada central de sala de dosificación y exterior en lux.

Hora	1	2	3	Exterior
9	640	760	568	2616
10	787	941	730	3986
11	965	1038	830	10746
12	983	1069	955	18493
13	1042	1130	989	20493

Tabla 3.- Iluminación en mesada norte de la sala de dosificación y exterior en lux.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTE

También se realizaron mediciones de iluminación para un día nublado obteniéndose los valores que se muestran en las Tablas 4 y 5.

Hora	1	2	3	4	5	6	Exterior
9	19	28	17	25	33	17	468
10	49	50	53	53	76	28	766
11	71	86	87	87	129	48	1082
12	87	106	108	108	138	51	978
13	92	133	105	105	161	68	1016

Tabla 4.- Iluminación en mesada central de sala de dosificación y exterior en lux.

Hora	1	2	3	Exterior
9	32	33	27	468
10	41	46	36	766
11	81	90	70	1082
12	85	91	75	978
13	117	134	108	1016

Tabla 5.- Iluminación en mesada norte de la sala de dosificación y exterior en lux.

De las mediciones realizadas, se observa que para días claros, los valores de iluminación que se alcanza en las mesadas, en horas de trabajo, cumplen satisfactoriamente con los requeridos por las norma IRAM-AADL J 2006 para la iluminación para superficies horizontales, comprendidas entre los 200 y 400 lux para tareas a realizar en este tipo de laboratorio, sin la necesidad de utilizar fuentes de iluminación eléctrica.

Mientras que la iluminación durante el día nublado, no alcanza los niveles sugeridos con valores máximos de 134 lux al medio día, por lo que es necesaria la utilización fuentes de energía artificial en el plano de trabajo.

En las figuras 19 y 20 se muestran las fotos del interior del local iluminado a través de las ventanas y del nuevo sistema cenital.



Fig. 19.- Foto del interior de la sala con iluminación desde ventanas norte.



Fig. 20.- Foto del interior de la sala con iluminación desde sistema cenital

Propuesta de un sistema de iluminación natural anidólico para la cámara de cría

Una vez establecido el lugar para instalar el dispositivo de iluminación natural, se comenzó con el procedimiento de desarrollo de parábola para el componente concentrador parabólico (CPC), que constituye la parte principal del dispositivo anidólico. Consiste en un par de reflectores especulares simétricos parabólicos, enfrentados entre ellos de modo que todos los rayos que penetran en el CPC son transmitidos luego, al interior por al menos una reflexión.

Una vez realizado en CPC colector se comenzó a dimensionar y dibujar el trazado de rayos solares para llegar a la forma simplificada por rendimiento óptimo y facilidad de construcción como muestra la figura 21 en su posición en la sala de cría. Se decidió colocar un solo reflector exterior con su cubierta horizontal de vidrio y un reflector interior al cielorraso que permite abrir el rayo solar concentrado hacia todo en interior de la sala.



Fig. 21.- Corte Norte Sur. Trayectoria de rayos solares verano e invierno.

En la figura 22, se han esquematizado los cortes para mostrar la composición del sistema completo, con la propuesta de un cielorraso interior suspendido de material difusor para homogeneizar la luz solar.

Cielorraso interior suspendido translúcido para lograr distribución uniforme de luz

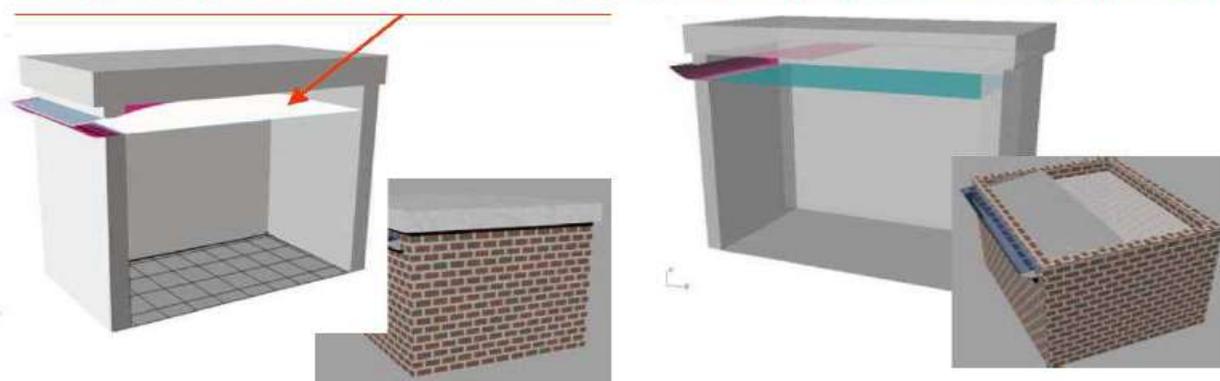


Fig. 22.- Cortes y vistas de la sala de cría exterior e interior.

A fines de cuantificar la iluminación en un local, se ha construido en escala real el sistema anidólico en un recinto que tiene las mismas dimensiones de la cámara de cría del centro de propagación, en las figuras 23 y 24 se ve las foto del exterior, y del interior del local



Fig. 23.- Foto anidolico exterior



Fig.24.- Foto anidólico interior

Conclusiones

De los resultados obtenidos en el monitoreo higrotérmico del edificio propuesto como laboratorio de micro-propagación agámica, se pueden extraer las conclusiones descriptas a continuación.

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 calentamiento y enfriamiento y todos aquellos aparatos que ocasionalmente varían el medio ambiente.

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

Los dispositivos innovativos de iluminación natural representan actualmente una oportunidad de aportar respuestas de desarrollo regional replicable de uso de energía renovable para iluminación interior diurna. No son de aplicación limitada a edificios residenciales, y pueden resolver problemas asociados a los altos costos de energía en la producción, como en el presente caso, de plantas.

En esta etapa se ha diseñado un dispositivo anidólico que pretende optimizar el uso de luz natural en una aplicación que requiere niveles altos (1500 a 3000 lux). Las primeras mediciones verifican los valores esperados. Se pretende continuar con el desarrollo de los detalles constructivos y completar el programa de mediciones de ajuste.

De acuerdo a las recomendaciones de las normas IRAM, los resultados obtenidos en las mediciones se desprende que las modificaciones realizadas en el sistema de iluminación natural fueron las correctas logrando reducir el riesgo de deslumbramiento sobre el campo visual de los usuarios, obteniéndose valores óptimos de iluminación en las mesadas en donde se realizan los trabajos para la producción de plantas

Como trabajo futuro se prevé seguir buscando nuevas estrategias en el diseño bioambiental de las envolventes, incorporar el nuevo sistema de iluminación natural a la cámara de cría, como también el sistema de refrescamiento evaporativo indirecto a fin de adecuarlo a los requerimientos bioclimáticos para producción agámica de plantas, disminuir el consumo de energía eléctrica, y brindar un apropiado confort y bienestar a las personas que trabajan en el laboratorio.

Referencias

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.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTE

García V., Iriarte A. Flores S. y Lesino G. "Monitoreo higrotérmico de un edificio acondicionado para propagación agámica de plantas" Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 12, 2008.Pag. 2.29 – 2.35. ISSN 0329-5184. Argentina

Courret, G., B. Paule, et al. (1996). "Anidolic Zenithal openings: Daylighting and shading." Lighting Research and Technology 28(1): 11-17.

Erig, A. and M. Wulff Schuch (2005). "Micropropagación fotoautotrofica e uso da luz natural. Photoautotrophic micropropagation and use of the natural light." Ciencia Rural 35(4): 961-965.

Lesino, G. (2005). Proyecto: energías renovables y eficiencia energética en construcciones para la propagación agámica de plantas., universidad nacional de Catamarca-facultad de ciencias agrarias - financiación PICTO ANPCyT 18-32140.

García V, Iriarte A., Flores S., Lesino G., Mendoza S. (2009) "Auditoria y simulación térmica de un edificio para producción agámica de plantas". Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 13. Impreso en la Argentina. ISSN 0329- 5184

Pattini, A. Villalba, A. Garcia, V., Ferron, L., Iriarte, A. Lesino, G. (2009) "Diseño de un sistema de iluminación natural anidólico para el centro de propagación agámica INTA – CATAMARCA". Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 13. Impreso en la Argentina. ISSN 0329- 5184.