

EVALUACION DE LA ILUMINACION NATURAL, TEMPERATURA Y HUMEDAD EN UNA SALA DE PREPARACION PARA PRODUCCION AGAMICA DE PLANTAS*

Víctor García - victorgarcia958@gmail.com
Adolfo Iriarte¹ - iriarteadolfo@gmail.com
Grupo de Energías Renovables Catamarca, INENCO – CONICET
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca
Andrea Pattíni¹ - apattini@lab.cricyt.edu.ar
Leandro Ferron – lferron@lab.cricyt.edu.ar
Ayelen Villalba – aeymv85@hotmail.com
LAHV INCIHUSA, CONICET, Mendoza
Silvana Flores Larsen¹ – silvanafloreslarsen@gmail.com
Graciela Lesino¹ – lesino@gmail.com
INENCO, UNSa. – CONICET

5.- Energía solar y ambiente construido

Resumen: En la provincia de Catamarca Argentina, se pretende 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 y lumínico de las modificaciones realizadas en un sector del edificio utilizado como sala de dosificación de medios de cultivo, con el propósito de adecuar su diseño con estrategias bioclimáticas. Se realizaron mediciones de temperatura, humedad interna e iluminación del local con dataloggers automático. Se muestran los resultados del monitoreo durante el mes de julio del presente año.

Palabras claves: Evaluación, iluminación natural, producción, agámica

1. 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 y el impacto ambiental.

La iluminación natural constituye una de las alternativas válida para la iluminación de interiores y su aporte es valioso no solo en la relación a la cantidad sino también a la calidad de la iluminación

Entre las ventajas que presenta la iluminación natural respecto a la artificial es que es provista por una fuente de energía renovable, bien diseñada puede cumplir con los requerimientos de iluminancia de un local interior donde se realicen tareas visuales de mediana complejidad entre un 60 – 90% del total de horas de luz natural, lo que tiene un potencial de ahorro en energía eléctrica de hasta un 90% en edificios de uso diurnos. Otra ventaja es que puede proporcionar niveles elevados de iluminancia en las horas diurnas para una considerable parte del año, obteniéndose iluminancia homogénea interior de alrededor de 1000 lux de iluminación natural. Además la luz solar directa introduce menos calor por lumen que la mayoría de las fuentes de iluminación eléctrica

Además, la luz natural al hacer visible el entorno asegura una conexión con el ambiente exterior, las radiaciones externas, y las condiciones de cielo, efecto que en general es muy bien recibido por el usuario de la iluminación, favoreciendo sus necesidades biológicas y psicológicas de su ritmo natural.

En trabajos anteriores se presentó un monitoreo y simulación de un edificio utilizado para la experimentación y propagación agámica de plantas. En ellos se planteó la necesidad de incorporación de sistemas de iluminación natural y añadir algunas estrategias de diseño que permitan brindar bienestar y confort a las personas que trabajan en el laboratorio. (García et al 2008 y 2009)

En este trabajo se analiza el comportamiento higrotérmico y lumínico de un sector del edificio del local utilizado para la preparación de medios de cultivos para la propagación agámica de plantas, se muestran las gráficas de temperatura y humedad en el interior con el propósito de tener una nueva evaluación de las modificaciones realizadas en el techo, como así también la evaluación de los niveles de iluminación en las zonas de trabajo con la incorporación de un nuevo sistema de iluminación cenital y estantes de control y redirección de la luz en las ventanas del laboratorio .

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

¹ Investigador del CONICET

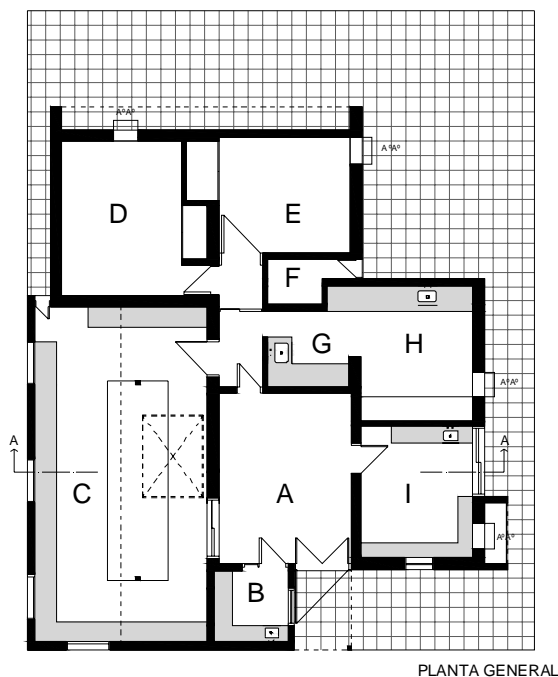
2. BREVE DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio está ubicado en la EEA – INTA - Sumalao sobre la Ruta Provincial N° 33 km 4 en el departamento Valle Viejo, Catamarca, (28,38° latitud Sur, 66° longitud Oeste, 600 m s.n.m.), fue adaptado para experimentación y propagación de plantas a través de la técnica de propagación agámica Figura 1.



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

Es de tipología compacta posee un área de 114 m², consta de 9 espacios, figura 2, que se agrupan según su uso en dos áreas: el **área de recepción**, en la zona central, que consta de un hall de entrada, un baño y una oficina, 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).



Referencias

- A - Oficina de Recepción.
- B - Laboratorio de Análisis Inmunológicos.
- 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 2. Planta general del centro experimental.

2.1 Descripción de la sala de dosificación de medios de cultivos

La sala de dosificación de 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. Este sector es el que posee la mayor iluminación, tiene tres ventanas unilaterales vidriadas sin celosía ubicadas en la fachada norte, otra hacia el oeste y una puerta de emergencia, además en el techo se tiene construido un ventiluz de 3.75 m², para aportar un mayor ingreso de luz al local, figura 3.

Ambas aberturas, unilateral y cenita, carecen de elementos de control de la iluminación directa, permitiendo en distintas estaciones del año y horas del día el acceso de radiación solar directa. 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. Esto además del discomfort térmico asociado a la radiación directa sin control estacional.

Como puede observarse en la figura 4, se han trazado 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). La penetración de la radiación solar directa, produce deslumbramientos sobre el campo visual de los usuarios, en particular en aquellos que realicen sus tareas en las mesadas de trabajo ubicadas bajo las ventanas laterales en la estaciones de otoño, invierno y primavera, en verano tienen 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.



Figura 3. Foto del lucernario

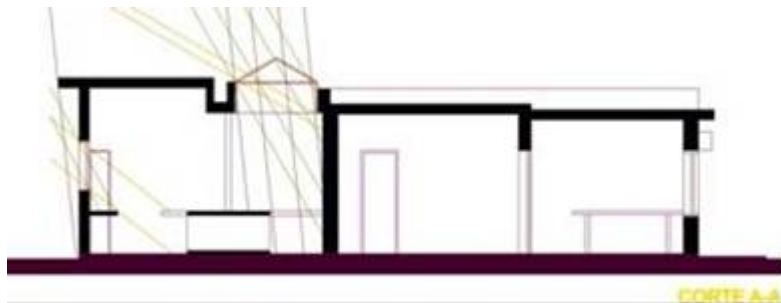


Figura 4. Trazado de rayos para distintas estaciones

En cuanto al lucernario, vemos que provoca discomfort visual ante 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.

2.2 Modificaciones realizadas

A los efectos de resolver los riesgos de discomfort 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 específicas:

Ventanas laterales

Para el control de la luz directa (sol) ingresando sobre las ventanas ubicadas en la fachada norte, se dimensionaron estantes de luz exteriores al vidrio, que según trazado de rayos incidentes, bloquean la directa por redirección de los mismos hacia el cielorraso como indica las figuras 5 y 6. Estos estantes son metálicos, y están pintados con esmalte sintético blanco brillante figura 7.

Lucernario

Se reemplazó el lucernario cenital, mediante un diseño de un colector solar con abertura en sus laterales y hacia el norte, limitando así la cantidad y priorizando la orientación bioclimáticamente óptima. La estrategia de control de la radiación directa, en este caso es la difusión mediante una placa de policarbonato alveolar blanco traslúcido. Las figuras 8 y 9 indican su análisis. En la figura 10, se muestra la construcción terminada del lucernario en el techo de la sala de dosificación.

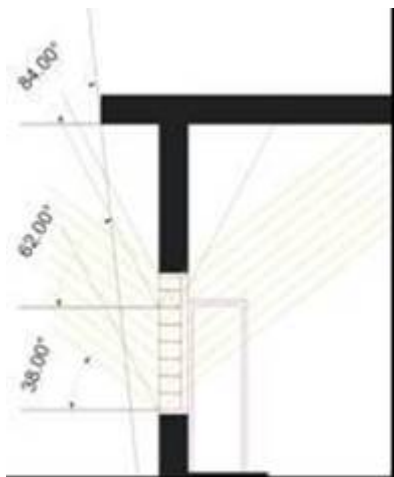


Figura 5. Estudio de rayos incidentes y redirección de iluminación solar directa.



Figura 6. Detalle de los estantes de control y redirección.



Figura 7. Ubicación en ventanas fachada norte.

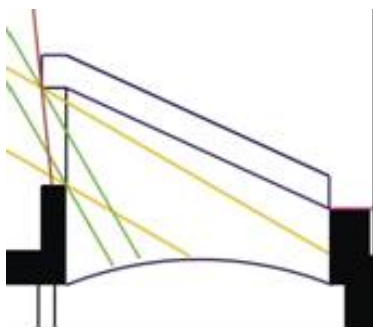


Figura 8. Estudio de los rayos de incidencia sobre iluminación cenital propuesta.

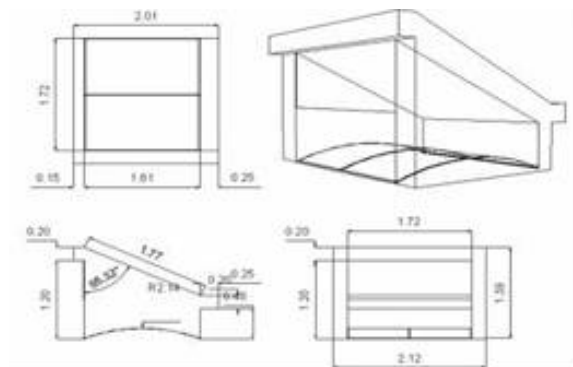


Figura 9. Detalle del conjunto diseñado.



Figura 10. Foto de lucernario construido.

Estrategias de control

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 pre-existente, una de ellas corresponde a la redirección (estantes de luz) y 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, mediante el panel difusor de policarbonato traslucido del lucernario se colocó en la parte interna del ingreso de luz, como se muestra en el corte de la figura 11.

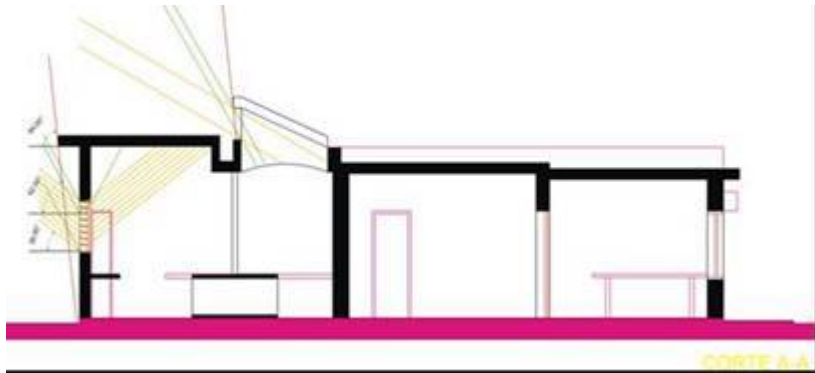


Figura 11: Corte del edificio con modificación e incorporación de sistemas de iluminación natural.

3. MATERIALES Y METODOS

El monitoreo térmico del edificio se realizó desde el mes de julio del presente año registrándose mediciones cada 15 minutos. Para medir la temperatura y humedad en el ambiente interior se utilizaron HOBO tipo 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 dosificación. En la sala de dosificación, además, de la temperatura y humedad relativa los sensores miden iluminación, las medidas de iluminación sobre las zonas de trabajo en las mesadas con medidor de iluminación marca LICOR.

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.

3.1 Resultados experimentales

En el mes de Julio se terminaron las obras de las modificaciones de iluminación cenital y en las ventanas de la sala de dosificación, se realizaron mediciones de iluminación en la mesada central que se encuentra en el centro y la que está en la pared Norte, en el horario de uso del edificio. El medidor de iluminación se colocó en distintos lugares de cada una de ellas, en la central se seleccionaron seis puntos, Fig. 12, mientras en la otra se lo ubicó en tres puntos equidistantes, en los extremos y en el centro.



Figura 12: Foto de la ubicación del medidor de iluminación en mesada central

Los valores registrados en el interior y exterior para un día despejado en las cuatro mesadas de la sala de dosificación se muestran en las siguientes tablas

Tabla 1: Iluminación en mesada central de sala de dosificación y exterior en lux

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 norte de la 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	20600

También se realizaron mediciones de iluminación para un día nublado obteniéndose los valores que se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 3: Iluminación en mesada central de sala de dosificación y exterior en lux

Hora	1	2	3	4	5	6	Exterior
9	19	28	17	25	33	17	468
10	49	50	30	53	76	28	766
11	71	86	48	87	129	48	1082
12	87	106	57	108	138	51	978
13	92	133	133	105	161	68	1016

Tabla 4.- Iluminación en mesada norte de la 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

De las mediciones realizadas y teniendo en cuenta los valores de Intensidad mínima de iluminación (Basada en norma IRAM-AADL J 20-06) requeridas para superficie horizontal está comprendida entre los 200 y 400 lux para las tareas a realizar en este tipo de laboratorio, observamos que para días claros en la mesada central en los diferentes puntos en que se realizaron las mediciones durante las horas de trabajo los valores de iluminación cumplen satisfactoriamente con lo requerido sin necesidad de utilizar fuentes de iluminación de energía eléctrica.

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

Teniendo que cuenta que además, debido a la necesidad de realizar el mantenimiento del edificio, se aprovecho para colocar poliestireno expandido de 0,05 m como material aislante con tejas cerámicas en la parte superior del techo, por lo que se midió la temperatura, y la humedad en el interior durante el mes de Julio.

En la figura 12 se muestra las temperaturas y humedad ambiente entre los días 23 y 29 de julio del corriente año, durante estos días se registraron los valores más bajo de temperatura de hasta -1 °C, las temperatura máxima medida para este periodo experimental fue de 25°C, la amplitud térmica para el día más frio fue de 26 °C. Los días fueron claros con radiación sobre superficie horizontal de hasta 550 W.m⁻²

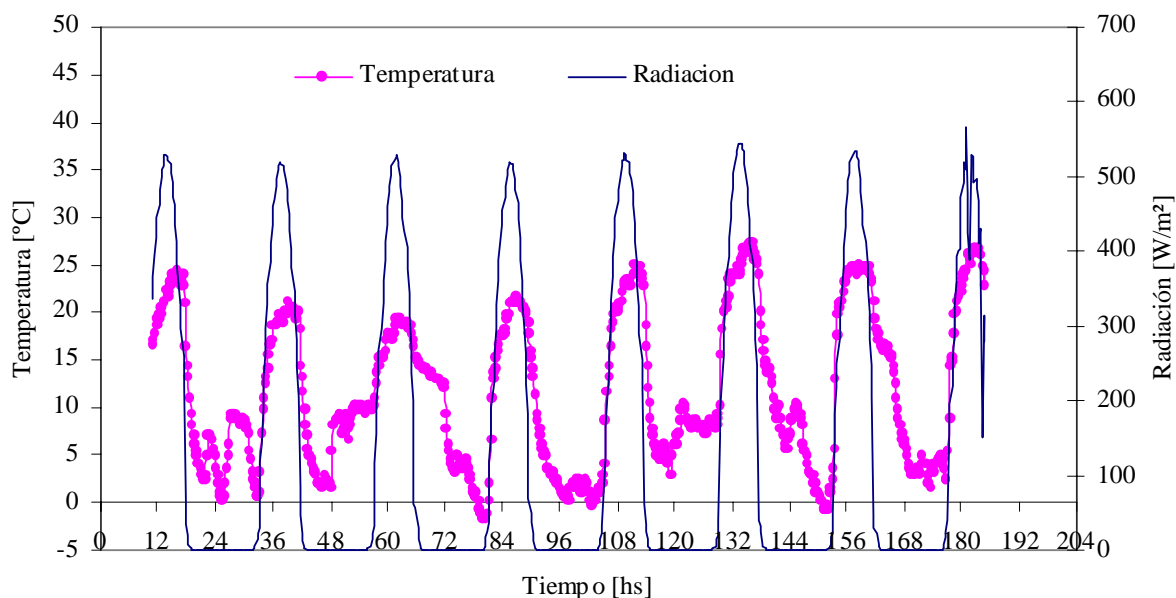


Figura 13. Temperatura y radiación exterior.

En la figura 14 se muestran los resultados de las mediciones de temperatura y humedad en la sala de dosificación. Se observa que la temperatura mínima fue de 11 °C a las 6 a.m. del tercer día, mientras que la máxima temperatura alcanzada fue de 15 °C a las 2 p.m, con una amplitud térmica de 4 °C. La humedad relativa en el interior de la sala estuvo comprendida entre el 35 y 48 %. Comparada con valores obtenidos en los monitoreos realizados en trabajos anteriores, previa a la modificación, en que se midieron temperaturas mínimas menores de 3 °C y temperaturas máximas de 25 °C, para un periodo invernal en que registraron temperatura mínimas de hasta -2,4 °C y máximas de hasta 25 °C, vemos que existe una diferencia entre uno y otro periodo. Esta disminución de temperatura observada en el interior del local, entre los dos años, es debido a que con las modificaciones la influencia de radiación que ingresa es menor.

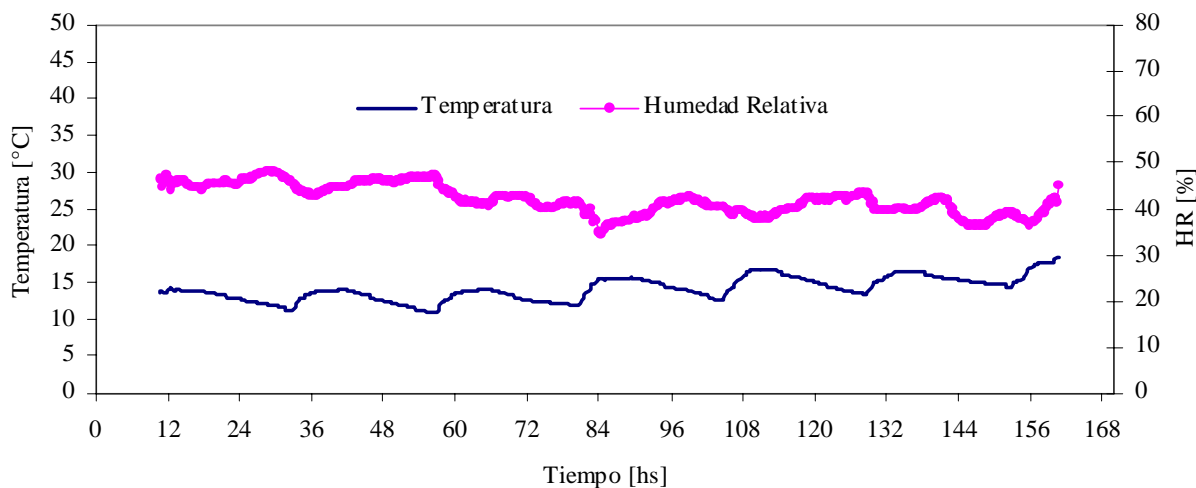


Fig. 14. Temperatura y humedad relativa en la sala de dosificación.

La iluminación del ambiente registrada a un metro del techo con el medidor tipo HOBO se grafica en la figura 14. En ella se muestra la iluminación que se obtiene a través del nuevo sistema cenital, sin el difusor, y posteriormente con el difusor de policarbonato, los tres primeros días se midieron valores de hasta 2000 lux similares a los obtenidos con el sistema anterior, mientras que con el difusor se alcanza los 4000 lux al medio día.

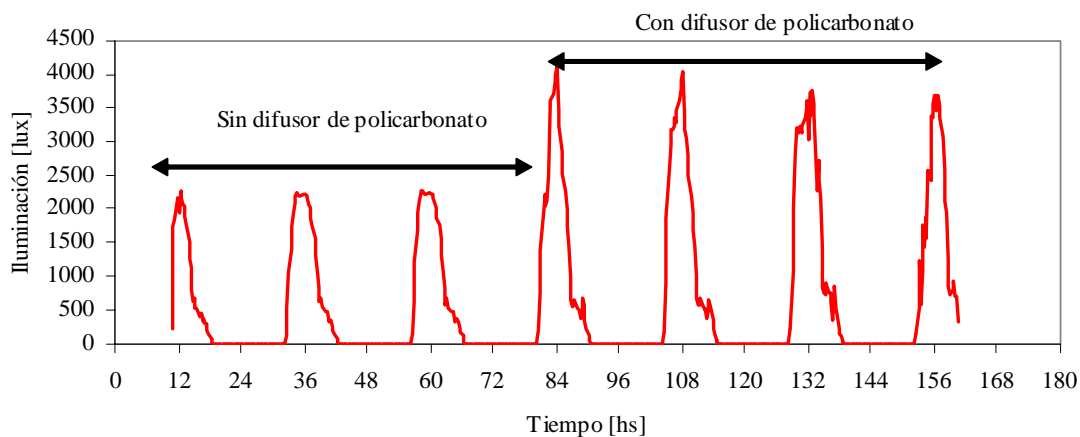


Fig. 15: Iluminación en la sala de dosificación

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el monitoreo higrotérmico lumínico del local utilizado para dosificación de medios de cultivos para la propagación agámica de plantas se puede concluir lo siguiente

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

La incorporación de aislación en el techo y la disminución de entrada de radiación directa al local disminuyen la amplitud térmica.



Fig. 16: Foto del interior de la sala con la incorporación de sistemas de iluminación natural

Como trabajo futuro se prevé seguir buscando nuevas estrategias de diseño bioambiental en las envolventes, incorporando nuevos sistemas de iluminación natural del tipo anidólico en la cámara de cría, para adecuar al edificio a los requerimientos bioclimáticos para producción agámica de plantas, y brindar un apropiado confort y bienestar a las personas que trabajan en el laboratorio.

REFERENCIAS

- A Pattini. Recomendaciones de niveles de iluminación en edificios no residenciales. Una comparación internacional. ASADES 2000
- A. Pattini. Manual de iluminación eficiente. Editor: ELI (Efficient Lighting Initiative) 2002 CAP. 11- Luz natural y la iluminación de interiores. A. Pattini.
- DECRETO 351/79 – Reglamento de la Ley 19.587 de Higiene y seguridad en el trabajo: Anexo IV. Publicación B.O.: 22/5/79-Bs. As., 5/2/79
- http://www.me.gov.ar/spu/guia_tematica/infraestructura_u/doc/Decreto_351.pdf
- 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
- Norma IRAM-AADL J 2002 Título: Iluminación natural en edificios. Condiciones generales y requisitos especiales.
- Norma IRAM-AADL J 2006 Título Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación.

- V. García, A. Iriarte, S. Flores, G. Lesino, S. Mendoza Auditoria y simulación térmica de un edificio para producción agámica de plantas Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 13, 2009. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- V. Hansen, A. Pattini, A. Esteves. (2002) Passive solar systems for heating, daylighting and ventilation for rooms with an equator – facing façade. G. Journal: Renewable energy. ISSN: 0960-1481 Número: 26 Páginas: 91-111 Editorial: Pergamon - Elsevier Science Ltd. NY, USA.

EVALUATION OF NATURAL LIGHTING, TEMPERATURE AND HUMIDITY IN A ROOM OF PREPARATION FOR PLANT AGAMIC PRODUCTION

Abstract: In the province of Catamarca Argentina, is to incorporate technologies and hybrid passive conditioning to a local spread agamic adapted for the propagation of high quality plants, to improve lighting and thermal conditions to reduce the use of energy resources. The objective of this study is to analyze the thermal performance and light of the changes made in one sector of room building used as culture media dosage, in order to adapt its bioclimatic design strategies. Measurements were made of temperature, humidity and lighting inside the room with automatic dataloggers. Showing the results of monitoring during the month of July this year.

Keywords: Assessment, natural lighting, production, agamic.