

## **ACONDICIONAMIENTO BIOCLIMÁTICO Y LUMINICO DE UN CENTRO DE PROPAGACIÓN AGÁMICA DE PLANTAS EN INTA – CATAMARCA**

V. García, A. Iriarte<sup>1</sup>, S. Flores Larsen<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. victorgarcia958@gmail.com

*Recibido 08/08/18, aceptado 12/09/18*

### **RESUMEN**

Este trabajo describe el acondicionamiento bioclimático y lumínico de un edificio, destinado a la producción agámica de plantas por cultivo invitro en la Estación Experimental del INTA Catamarca. Se realizaron monitoreo higrotérmico energético, lumínico del edificio y simulaciones con SIMEDIF para Windows desde el año 2008, para recomendar modificaciones con el objetivo de reducir los consumo energéticos y mejorar las condiciones edilicias. Con nuevas mediciones se verificó la reducción de las pérdidas de energías, especialmente en aquellas zonas en que se realizaron remodelaciones, disminuyendo el intercambio en el caso del techo en un 51%. Los cambios realizados en techo, en las ventanas norte de la sala de lavados de frascos mejoraron el ingreso de luz natural. La incorporación de un sistema anidólico, y de nuevos estantes para micropogación, redujo el consumo de energía eléctrica y la temperatura en la sala de cría.

**Palabras claves:** acondicionamiento bioclimático, iluminación natural, propagación agámica

### **INTRODUCCION**

El desarrollo y crecimiento de las plantas depende, primero, de su constitución genética y segundo del ambiente. Este ambiente puede controlarse de varias formas cada una de las cuales tiene sus ventajas e inconvenientes de acuerdo a los requerimientos energéticos de las especies a cultivar, de la misma manera como se tratan los problemas en el trazado constructivo de los edificios para el control ambiental. Gilbert, Scott, F 2006.

Las tecnologías de acondicionamiento pasivo e híbrido integrados en edificios de uso agroindustrial permiten mejorar las condiciones ambientales, como ser las lumínicas y las térmicas, disminuir el uso de recursos energéticos, el impacto ambiental y la dependencia de instalaciones de acondicionamiento artificial. En la provincia de Catamarca, se propuso incorporar estos conceptos a un local de propagación agámica denominado Centro de Propagación Agámica, (CEPA), adaptado para las multiplicaciones de plantas hortícolas, frutícolas y autóctonas, de gran importancia para el desarrollo económico de la región.

En lo que respecta al aspecto constructivo del CEPA, se lo abordó desde distintos ángulos. En primer lugar a la reconversión de un edificio para el funcionamiento de un laboratorio. En segundo lugar, como una construcción que al no responder ambientalmente a los requerimientos para el funcionamiento como laboratorio, los usuarios terminan introduciendo métodos artificiales de

---

<sup>1</sup> Investigador del CONICET

<sup>2</sup> INENCO, UNSa

control ambiental, como medios de calefacción y aire acondicionado que funcionan con gas o con energía eléctrica, lo que eleva el consumo energético y genera una serie de inconvenientes por contaminación del ambiente. Y, en tercer lugar, con relación a los sistemas incorporados para ser utilizados en la producción de plantas que permitan disminuir los gastos de energía convencional.

Según estudios realizados en los últimos años, los edificios son grandes consumidores de los recursos extraídos de la Tierra y por lo tanto, se plantea como una necesidad perentoria el uso de materiales y sistemas constructivos apropiados. Este requerimiento ha aumentado considerablemente en el mundo en los últimos años, y se ha enfatizado en la selección de materiales de acuerdo al análisis de su ciclo de vida, el cual incluye los costos internos y externos producidos durante la extracción, fabricación, uso y eliminación de los mismos. La energía utilizada en edificios representa una importante proporción del total a nivel nacional, regional y local. Además, esta demanda energética depende fundamentalmente de su diseño y su resolución constructiva. La forma y orientación de los edificios, el tamaño, de las superficies vidriadas, los materiales y espesores de las capas aislantes tienen un fuerte impacto sobre el ambiente interior. Filippin C (2005).

En síntesis, en este trabajo se pretende, a partir de la evaluación de un edificio utilizado como un laboratorio para la propagación agámica de plantas, determinar las posibles estrategias bioclimáticas con uso racional de energía, empleando desarrollos, sistemas y herramientas para el acondicionamiento higrotérmico y lumínico de viviendas o edificios de servicios, que pueden ser utilizados en el diseño de edificios de interés comercial y/o industrial, especialmente de clima cálido seco. Aun cuando la investigación se desarrolló en el Valle Central de la Provincia de Catamarca, se aspira que los planteos presentados sean aplicables y transferidos a otras regiones con requerimientos y características ambientales similares.

El objetivo general del trabajo es el acondicionamiento bioclimático y lumínico de un edificio de bajo consumo energético destinado a la producción agámica de plantas por cultivo in vitro, en clima cálido seco.

## CASO DE ESTUDIO

### Diseño arquitectónico - térmico

El edificio se encuentra ubicado en el sector noroeste del campo experimental, de INTA en Sumalao – Valle Viejo, aislado de las demás instalaciones. Foto 1, fue construido en la década del 50, y cedido mediante convenio por las autoridades federales al Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), para la creación de la Estación Experimental Agropecuaria de Catamarca en base del Vivero Olivícola Nacional en Sumalao, en el Departamento Valle Viejo. Durante varios años fue utilizado como vivienda por los directores de la Estación Experimental.

Consta de una planta, de tipología compacta rodeado de árboles, con sombras durante la mayor parte del día con un área total de 111,4 m<sup>2</sup> y un volumen de 309 m<sup>3</sup>. La ubicación geográfica y los datos climáticos característicos de la zona se muestran en la tabla 1.

<b>LOCALIDAD</b>	Sumalao Valle. Viejo	Temp. Media	12,8
<b>PROVINCIA</b>	Catamarca	Temp. máxima media	20,6
<b>LATITUD</b>	28,5	Temp. mínima media	6,4
<b>LONGITUD</b>	60,3	<b>Temp. diseño invierno</b>	1,9
<b>ASNM</b>	525	Grados días (18° C)	426
<b>ZONA BIOAMBIENTAL</b>	I Subzona Ia	Grados días (20° C)	694
		Grados días (22° C)	1000

Tabla 1.- Datos climáticos área Catamarca (INTA)

## Distribución de las áreas de trabajo

Para poder entender la funcionalidad existente de esta edificación, se muestran los planos de la planta y corte del edificio en estado actual. Figuras 1.- 2.-

El centro experimental utilizado para producir plantas micropropagadas, 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). Los detalles constructivos en general fueron descritos en García et al 2008, García et al. 2009.

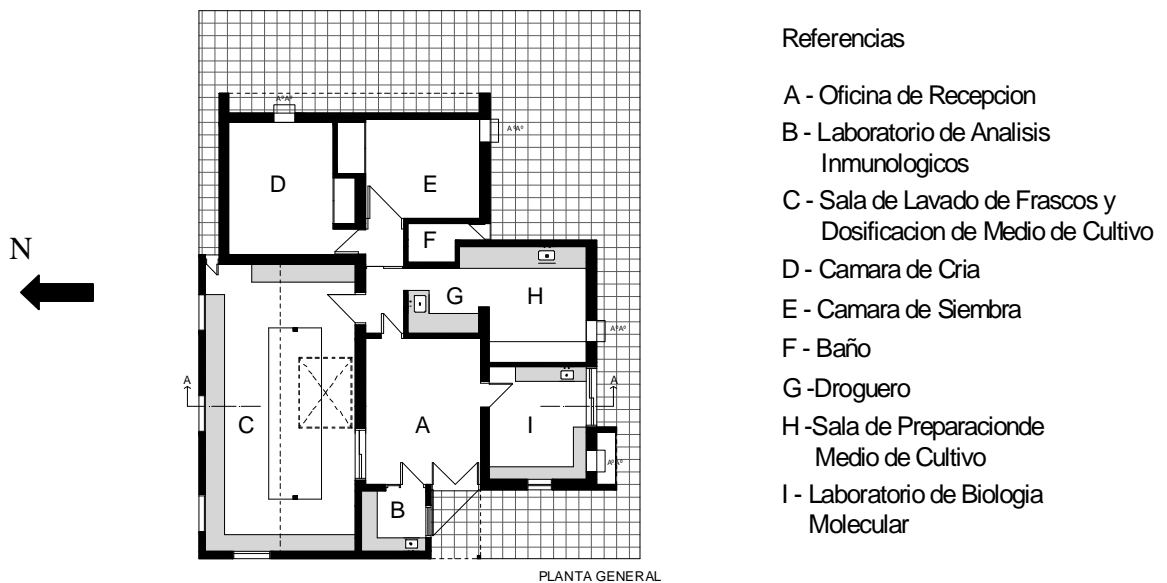


Figura 1.- Esquema de la distribución de laboratorios dentro del CEPA

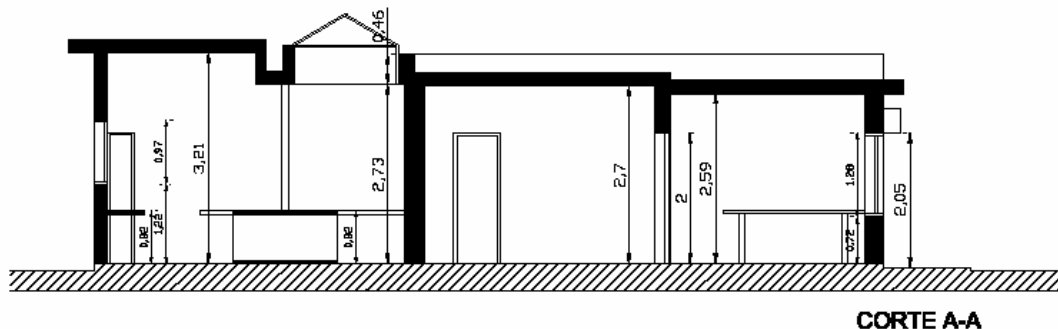


Figura 2.- Corte del edificio.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Cálculo del coeficiente volumétrico del edificio

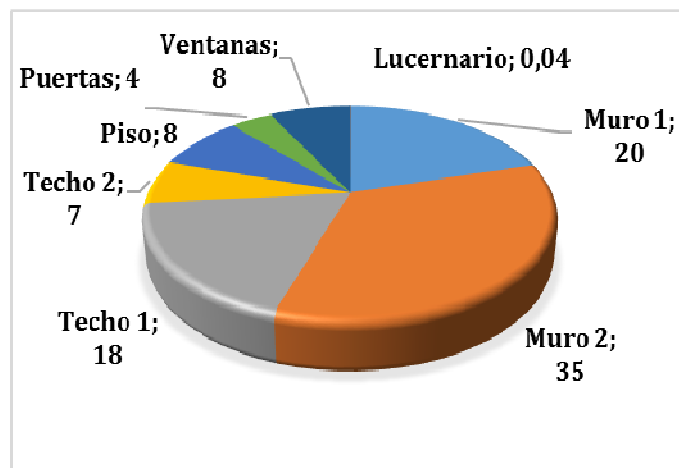
El período seleccionado para la contrastación térmica del edificio en su construcción inicial y la modificación de techo es el comprendido entre el 9 y el 17 de enero de 2009. En la tabla 2 se muestran los valores mínimos, máximos, y promedio de temperatura, humedad relativa. Los valores de radiación estuvieron entre los 831 y 1100 W.m<sup>-2</sup>,

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

El cálculo de las pérdidas de calor por transmisión; se consideró el calor que se pierde del interior del edificio; debido a la transmisión a través de los muros; los cerramientos (opacos y no opacos), el piso, y el techo y las pérdidas por infiltraciones de aire a través de carpinterías para  $n = 1$ .

Este estudio, nos permitió deducir que es importante retener la mayor cantidad de energía en forma de calor en el interior del edificio, y es válido para entender la importancia de contar con una cubierta que tenga un comportamiento apropiado a esos requerimientos. En relación directa con el diseño del edificio, el sector construido para la ampliación del edificio (sector C y D, muro 2 y techo 2), las paredes norte con bloques de cemento es la de mayor superficie expuesta a la pérdida de calor por transmisión  $212,22 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Esto lo podemos ver en la gráfica 1 analizando las pérdidas de calor de cada cerramiento, que esta nueva construcción realizada con block (muro 2), tiene un 34,60 %, de un total de  $613,34 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .



Gráfica 1.- Pérdidas de calor de los cerramientos del edificio en por ciento.

Las pérdidas de calor volumétricas por infiltración y totales del edificio se muestran en las tablas 3 y 4.

PÉRDIDAS VOLUMÉTRICAS POR INFILTRACION DE AIRE ( $0,35 \times n$ )	N	Pérdida n $\text{W/m}^3\text{°C}$
		1

Tabla 3.- Pérdidas de calor volumétricas por infiltración.

Volumen del edificio	$339 \text{ m}^3$
Pérdidas por transmisión + pérdidas por infiltración de aire	$721,49 \text{ W/°C}$

Tabla 4.- Pérdidas totales.

En la tabla 5, se muestra las pérdidas de calor volumétrico del edificio con un valor de  $2,33 \text{ W/m}^3\text{°C}$ , mientras que el G admisible es de  $1,7 \text{ W/m}^3\text{°C}$ .

<b>PERDIDA DE CALOR VOLUMÉTRICA POR LOS CERRAMIENTOS Y POR INFILTRACION <math>G = q/V</math></b>	$W/m^3 \cdot C$	<b><math>G = 2,33</math></b>
<b>G Admisible</b>	$W/m^3 \cdot C$	<b><math>G_{ad} = 1,7</math></b>

Tabla 5. Cálculo de pérdidas de calor volumétrico por los cerramientos.

### Humedad del aire en la estructura del edificio

También, se examinó la influencia de la humedad del aire en las paredes que rodean el CEPA, en invierno, cuando la temperatura superficial o interior de las paredes y ventanas caen por debajo de la temperatura en el ambiente, con el riesgo de descender por debajo del punto de rocío.

Se comprobó la condensación para los dos locales que posee mayor superficie vidriada, la sala de lavado de frascos, y el laboratorio de biología molecular, teniendo en cuenta la temperatura ambiente, humedades relativas, los coeficientes convectivos interior y exterior.

En la tabla 6 se detallan los datos utilizados para el cálculo de la temperatura superficial del vidrio.

$e_{\text{vidrio}}$	$k_{\text{vidrio}}$	$h_i$	$h_e$	$K$	$t_{\text{int}}$	$t_{\text{ext}}$	$\Delta t$	$Q$	$t_{\text{sv}}$	$t_r$
<b>Sala de lavado de frascos</b>										
0,003	1,05	6	10	3,71	13,6	-2,4	-15,4	-57,14	3,48	8,6
<b>Laboratorio de biología molecular</b>										
0,003	1,05	6	10	3,71	11	-2,4	-13,4	-49,72	2,71	3,5

Tabla 6.- Temperatura superficial del vidrio y punto de rocío para sala de lavado de frascos y laboratorio de biología molecular

Se comprueba que en la sala de lavado de frascos la temperatura de la superficie del vidrio de la ventana se encuentra por debajo, 3,84 °C, que la temperatura de punto de rocío del ambiente del local, 8,6 °C, por lo que se observa condensación en el vidrio. Ocurre lo mismo en el vidrio de la ventana del laboratorio de biología molecular con una temperatura menor al que se calculó para la temperatura de rocío interior.

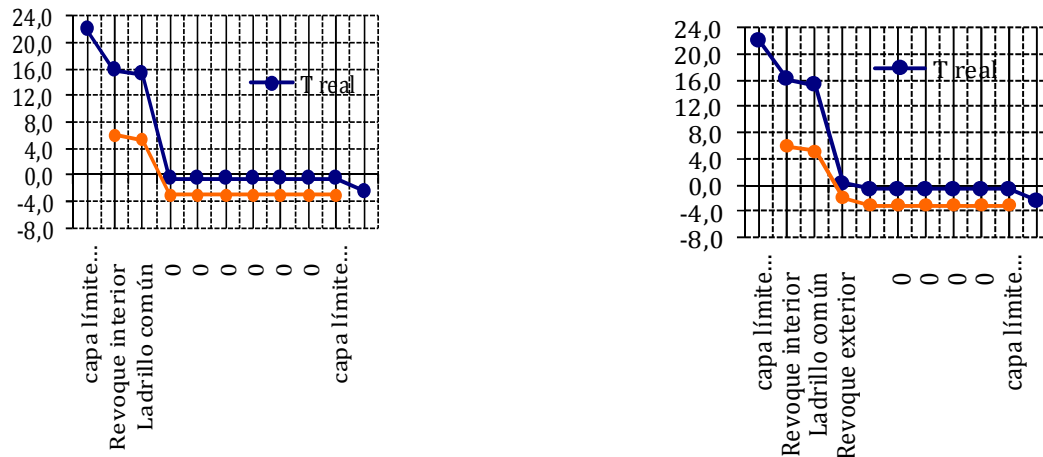
Esto hace que la carpintería de las ventanas, al ser metálicas sufran una oxidación lo que requiere de un cuidado más continuo.

### Condensación en mampostería

Utilizando la tabla se determinó los riesgos de condensación de las paredes en contacto con el exterior de los locales cámara de cría, laboratorio de biología molecular, para un día del mes de invierno.

Las paredes Norte y Este de la Cámara de cría, al tener la misma estructura constructiva (block) se observa que no hubo condensación en ninguna de ellas para la temperatura interior prevista para este local de 22 °C para el día más frío de -2,4 °C, y humedades 35 % y 95,5 % en el interior y exterior respectivamente, figura 3.

En la figura 4, se observa el comportamiento de las paredes del Laboratorio Biología Molecular que para temperatura ambiente interior del local de 11 °C y una temperatura exterior de -2,4 °C y humedades entre 60 % y 95,25 % para el interior y exterior respectivamente, no se registraron riesgo de condensación en ninguna de las paredes.



Fiura 3.- Comportamiento del riesgo de condensación de las Paredes Norte (izquierda) y Este (derecha) de la cámara de cría

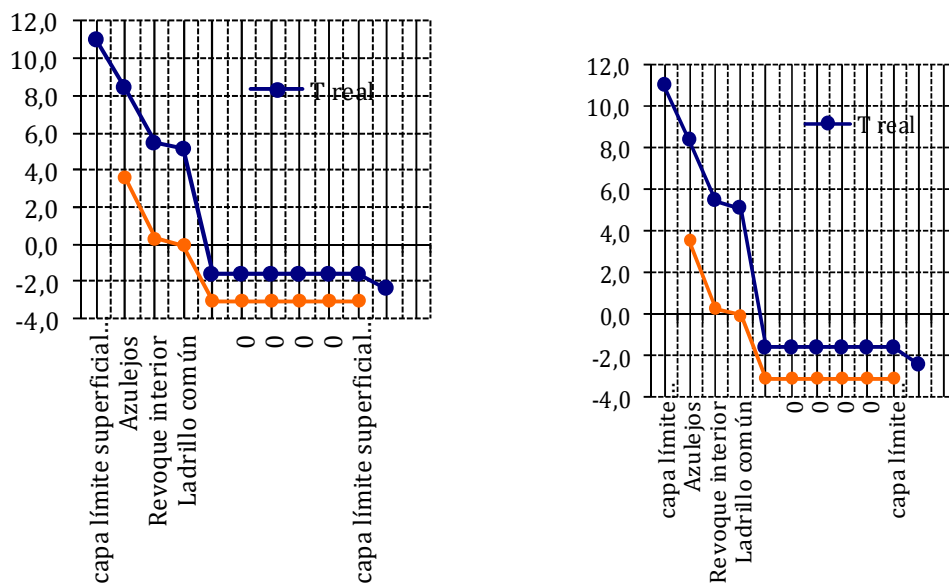


Figura 4.- Comportamiento del riesgo de condensación laboratorio de biología molecular

### Modificaciones realizadas

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se planteó como estrategia bioclimática recomendar la modificación del techo al que se agregó en todo su superficie placas de poliestireno expandido de 0,25 kg/m<sup>3</sup>, de densidad aparente, 0.05 m de espesor, conductividad térmica 0,033 W/m.K, protegido con una capa de protección de mortero liviano con k = 0,89 W/m.K, a continuación baldosas cerámicas tipo bovedilla de 0.025 m de espesor y k = 0,76 W/m.K. Figura 5. Esto permitió reducir un 51% la pérdida de energía respecto a su condición inicial.

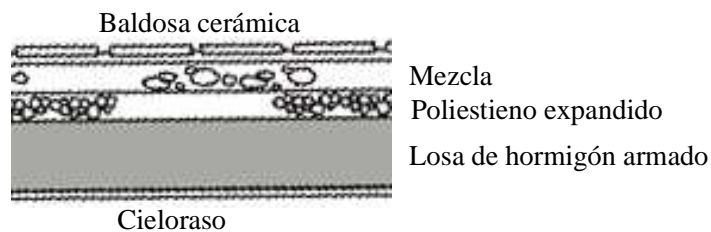


Figura 5.- Techo con aislación

En las fotos 1 y 2, se muestran las modificaciones realizadas en el techo.



Foto 1.- Construcción techo con aislación



Foto 2.- Terminación techo modificado

### Simulación 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 (García V. et al 2009)

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.

Entre los espacios importantes del Centro experimental es la Sala de lavado y dosificación de medios de cultivos y el laboratorio de microbiología. En la figura 6, se presenta los resultados de la simulación de la sala de lavado, 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.

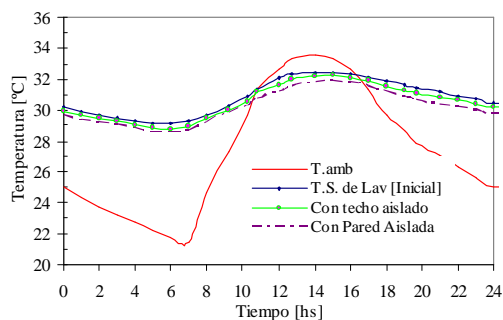


Figura 6.- Temperaturas simuladas, y exterior de la Sala de Lavado

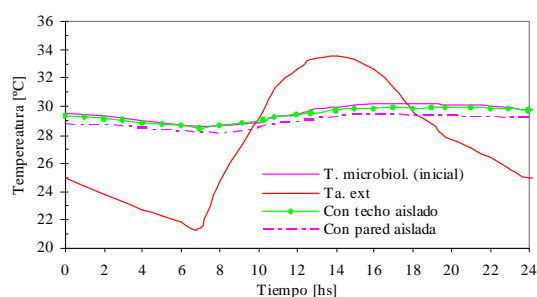


Figura 7.- Temperaturas simuladas, exterior del Laboratorio de microbiología.

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 [T. microbiol. (inicial)], y la simulada con techo remodelado y pared oeste modificada, está comprendido entre 0,5 °C y 1,5 °C.

### ***Iluminación***

Teniendo en cuenta la ubicación, orientación y distribución de los laboratorios en el edificio se consideró apropiado realizar el estudio de modificación para la incorporación de sistema de iluminación natural en la sala de dosificación de medios de cultivos y en la cámara de cría.

La sala de dosificación tiene tres ventanas unilaterales vidriadas sin celosías ubicadas en la fachada norte, foto 3. Además en el techo existía un lucernario de 3.75 m<sup>2</sup>, para aportar un mayor ingreso de luz al local, foto 4



*Foto 3.- Ventanas de la sala de lavado orientadas hacia el Norte.*



*Foto 4.- Lucernario de la sala de lavado.*

Todas estas aberturas, unilaterales y cenital, carecían 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 generaba riesgo de deslumbramiento, tanto fisiológico como psicológico, para los técnicos, además del malestar térmico debido a la radiación directa sin control estacional.

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:

### **Estantes en ventanas laterales**

Para el control de la luz directa solar, ingresando sobre las ventanas ubicadas en la fachada norte, se construyeron siete estantes metálicos pintados de blanco sintético para cada ventana de 0,20 m de ancho, figura 8, amurados a la pared, foto 5.



*Figura 8.- Detalle de los estantes de control y redirección.*

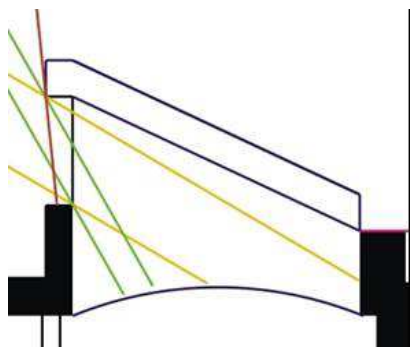


*Foto 5.- Ubicación de los estantes de luz en ventanas de la fachada norte.*



## Lucernario

La segunda alternativa propuesta, fue reemplazar el lucernario, mediante el diseño de un colector solar con abertura lateral hacia el norte, limitando así la cantidad y priorizando la óptima orientación. Se realizó el estudio de los rayos solares que ingresarían al local obteniéndose el trazado que se muestra en la figura 9. La estrategia de control de la radiación directa, en este caso es la difusión mediante una placa de policarbonato alveolar blanco translúcido colocado en el interior del colector. En la foto 6, se muestra el sistema construido en el techo del edificio. Con esta modificación se logró reducir el riesgo de deslumbramiento sobre el campo visual de los usuarios.



*Figura 9.- Trazado de los rayos de incidencia sobre iluminación cenital propuesta*



*Foto 6.- Ingreso de radiación cenital norte..*

## Sistema de iluminación natural anidólico para la cámara de cría.

Los cultivos in vitro generalmente son incubados en salas de crecimiento o cría, en general, bajo condiciones de luz artificial a un régimen de luz y temperatura controlada. Las salas de cría son locales equipados con tubos fluorescentes con altos costos de consumo y mantenimiento. Su manejo puede frecuentemente ser interrumpido por cortes de servicio eléctrico o por dificultades para reponer partes del servicio.

Ante esta situación se plantearon desarrollos tecnológicos tendientes a sustituir el consumo energético convencional se trabajó para construir un sistema de iluminación natural de tipo anidólico (Pattini et al., 2009) para reducir el consumo de electricidad dentro de la cámara de cría, y una estantería con nuevas bandejas y lámparas de bajo consumo.

Para realizar los primeros ensayos de un sistema anidólico a incorporar en la sala de cría del CEPA se utilizó un prototipo experimental ubicado en el predio de la Universidad Nacional de Catamarca, (28°45' Latitud Sur -65°78' Longitud Oeste).

Consiste en un local de 14 m<sup>2</sup>, para los ensayos experimentales, se adaptó sobre el muro orientado al Norte, un sistema pasivo de iluminación natural de tipo anidólico, con una longitud de 4,00 m y una altura de 0,20 m que sobresale 0,40 m fuera del plano de la fachada una vez instalado, Foto 7. Las mediciones dentro de la sala experimental fueron tomadas variando las condiciones de iluminación utilizando un cielo raso suspendido como difusor, realizado con una placa de policarbonato alveolar de 8 mm de acabado transparente (Foto 8).



Foto 7.- Anidólico en el exterior de sala experimental



Foto 8.- Anidólico con difusor en interior de sala experimental

Los datos obtenidos se escribieron en la tabla 7, donde se muestran los resultados en lumens del aporte de luz natural del sistema al ambiente interior. A partir de estos resultados, y con el objetivo de evaluar cuál es el potencial de ahorro energético generado, se calculó una instalación de tubos fluorescentes cuyo flujo lumínico sea equiparable los niveles de flujo aportados por el sistema anidólico.

Hora	Tipo de cielo	
	Cubierto	Despejado
10	-	50751 lm
13	8269 lm	379473 lm

Tabla 7.- Valores de flujo aportados por el sistema anidólico, expresados en lumens.

La comparación entre ambos sistemas permitió establecer una primera aproximación del ahorro en watts/hora factible de ser alcanzado. De esta manera, se determinó mediante catálogo que los tipos de tubos a utilizar, adecuados por su distribución espectral, poseen una eficiencia aproximada de 38,7 lm/W. (OSRAM, 2008).

En la tabla 8, se puede ver para cada flujo registrado la cantidad de tubos fluorescentes necesarios para lograr un flujo equivalente, el flujo entregado individualmente por cada fuente, y el consumo de la instalación en Wh.

Si bien el cálculo propuesto no contempla el consumo de los sistemas de balastos, necesarios para el funcionamiento de las fuentes fluorescentes, o el consumo eléctrico generado por posibles estrategias de refrigeración que permitan mantener el interior del recinto de la sala de Cría dentro del rango de temperaturas adecuado para el desarrollo de los tejidos vegetales, podemos ver claramente que, aún en las situaciones lumínicas exteriores más desfavorables como son las de los meses de invierno, la aplicación de un Sistema Pasivo de Iluminación Natural permitiría un ahorro estimado del consumo eléctrico destinado a iluminación de entre 213 Wh y 9781 Wh.

Flujo	Fuente	Lumenes por unidad	Consumo unitario (W)	Cantidad necesaria	Consumo total (W/h)
8269	Fluora L58 W/77	2250	58	3,67	213
50751	Fluora L58 W/78	2250	58	22,5	1308
379473	Fluora L58 W/79	2250	58	168,65	9781

Tabla 8.- Consumos estimados para instalaciones de iluminación artificial con entrega de flujos equivalentes

#### Estantes con luz para la cámara de cría

En general el cultivo *in vitro* se lleva a cabo en salas de cultivos, aisladas, con buena iluminación, fotoperiodo controlable y un buen sistema de control de temperatura, estanterías para la colocación de los frascos con un sistema de iluminación adecuado cuyos costos dependerán de la cantidad de estantes y de la cantidad y tipo de luminaria que se utilice.

La foto 9, muestra una estantería en la cámara de cría, con estantes de madera y tubos de luz fluorescentes lo que produce un gran consumo y el uso de una importante cantidad de arrancadores y balastos con su correspondiente cableado.

Se propuso un nuevo sistema de estantería para los frascos con una estructura de madera mientras que los estantes fueron reemplazados por vidrios de 3 mm de espesor colocándose en el medio de cada uno de ellos lámparas de FLUORA T8 OSRAM L 36 W/77, lámparas fluorescentes tubulares 26 mm, con casquillo G13. Foto 10. Estas lámparas, son utilizadas para el cultivo de plantas pues favorecen los procedimientos fotobiológicos siendo importante para su crecimiento, también se las puede utilizar en edificios públicos, oficinas, comercios etc. Son de bajo consumo con las que se logra un importante ahorro de mantenimiento tanto económico (se prescinde de los arrancadores y balastos y su correspondiente cableado) como en trabajo.



Foto 9.- Estanterías en la cámara cría de vidrio y madera.



Foto 10.- Estantería propuesta con lámparas FLUORA

## CONCLUSIONES

Después de haber realizado las evaluaciones de las posibles estrategias bioclimática y utilizando desarrollos, sistemas y herramientas para el mejoramiento higrotérmico y lumínico, se llega a la conclusión de que es posible la remodelación del edificio utilizado como Centro de Propagación Agámica reduciendo el consumo energético de combustibles convencionales y apto para la obtención de plantas de alta calidad.

El uso de SIMEDIF permitió realizar un análisis del comportamiento térmico durante dos periodos del edificio, así como un estudio del diseño del edificio y de posibles alternativas de mejora y eficiencia energética

El programa predijo de forma aceptable el comportamiento térmico del edificio, las temperaturas medias de los locales y sus amplitudes térmicas.

El buen ajuste que se alcanzó en la simulación, tanto en invierno como en verano, permitió asegurar que el modelo térmico obtenido es adecuado para evaluar la tipología y la estructura del edificio de

acuerdo a las características climáticas del lugar y para otras estaciones del año, lo que posibilitará recomendar posibles soluciones para disminuir el consumo de energía durante los tiempos en que se utiliza el edificio.

Las condiciones térmicas y lumínicas que se llegan a alcanzar en los espacios para el uso de los técnicos, evidencian que las alternativas utilizadas son válidas a considerarse en el diseño de edificios bioclimáticos mejorando el confort durante las horas de trabajo. A partir de la identificación y comprensión de los fenómenos que giran alrededor del desempeño energético de un edificio bioclimático, es posible proponer alternativas y detalles concretos que permitan transformar laboratorios de las características enunciadas más agradables y confortables, con consumo eficiente de energía.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Filippín C. (2005). Uso eficiente de la energía en edificios. Ediciones Amerindia, Santa Rosa, La Pampa.
- García, V; Iriarte, A.; Flores, S. y Lesino, G., (2008). Monitoreo Higrotérmico de un Edificio Acondicionado para Propagación Agámica de Plantas, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 12, Sección 2, pp. 29 – 36. ISSN 0329-5184. Argentina.
- García, V; Iriarte, A.; Flores, S., Lesino, G. y Mendoza, S., (2009). Auditoría y Simulación Térmica de un Edificio para Producción Agámica de Plantas, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 13, Sección 2, pp. 19 – 25. ISSN 0329-5184. Argentina.
- Gilbert, Scott, F 2006. Biología del desarrollo. 7ª edición. Trad José Luis Ferrán. Editorial panamericana. Buenos Aires.
- Pattini, A.; Villalba, A.; García, V.; Ferrón, L.; Iriarte, A. y 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, Sección 5, pp. 121 – 126. ISSN 0329-5184. Argentina.

## **ABSTRACT**

This paper describes the bioclimatic and light conditioning of a building intended for agamic production of in vitro crop growing in the Experimental Station INTA Catamarca. Hygrothermic and light monitoring of the building and SIMEDIF simulations for Windows were carried out since 2008 in order to recommend modifications so as to save energy and improve building conditions. With new measures, energy saving was checked, especially where remodeling was made, reducing interchange of the roof in 51%. Repair work in the roof, and in the North windows of the jar washing room improved day light intake. The use of an anidolic system and new micro propagation shelves saved energy and reduced temperature in the growing chamber.

**Key words:** bioclimatic conditioning, natural lighting, agamic propagation