

Investigaciones en iluminación natural en clima soleado: la aplicación de iluminación natural en la producción de plantas

Dra. Andrea Elvira Pattini

apattini@mendoza-conicet.gov.ar

Dra. Ayelén Villalba

Dr. Leandro Ferrón

INAHE-CCT CONICET Mendoza

Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, Centro Científico Tecnológico CONICET Mendoza. Av. Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín.

Las crisis energéticas que se han vivido internacionalmente y a nivel regional, renovaron el interés en las energías renovables en el marco de la sustentabilidad, destacándose la promoción de la iluminación natural como una de las estrategias de diseño bioclimático. El uso más sustentable de la luz natural es utilizarla para “iluminar”, con el objetivo de realizar eficientemente y en bienestar las tareas diurnas.

La realidad en nuestro medio es que hoy la fuente principal de energía luminosa es la electricidad y no la luz natural. Durante el día, dependiendo del clima, puede minimizarse y en algunos casos prescindirse de la luz artificial. Para ello es necesario estudiar las relaciones entre el clima luminoso y el hábitat construido.

En este contexto, desde el año 1995, en el INAHE-CCT CONICET (Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía) (ex Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda) se inició la línea de investigación sobre iluminación natural en climas soleados, en Mendoza.

En nuestros climas soleados, el aprovechamiento de la luz diurna y sus beneficios depende del conocimiento de la radiación solar (en forma dinámica y precisa) y de la posibilidad de su control (interacción con el recinto urbano-edificio o rural -relación luz solar y sombra-); de las métricas dinámicas para el análisis energético y de la indagación de los efectos sobre las personas a través de estudios con grupos de usuarios específicos para completar el análisis usuario-estímulo luz natural en su hábitat.

Para analizar, desarrollar y transferir estas interacciones donde la iluminación natural es protagonista, diferentes enfoques disciplinarios se interrelacionan para su óptima aplicación. Una de ellas dio lugar a implementar una aplicación de iluminación natural en construcciones de espacios para la propagación agámica de plantas. Este estudio se inició con la invitación que nos realizaran para desarrollar la iluminación natural en el proyecto dirigido por los doctores Graciela Lesino y Adolfo Iriarte, el PICTO

UN de Catamarca N° 32140 y el INTA CATAMARCA. De nuestro laboratorio, el equipo estuvo compuesto por Ayelén Villalba y Leandro Ferrón, ambos bajo mi dirección.

Problema a resolver: gran consumo de energía eléctrica para iluminación en salas de cultivo de micropropagación agámica de plantas.



Los cultivos *in vitro* son generalmente incubados en salas de crecimiento o cría, bajo condiciones de luz artificial, equipados con tubos fluorescentes y altos costos de consumo y mantenimiento. La alternativa del uso de luz natural en los espacios destinados a micropropagación de plantas presenta un gran potencial para reducción de costos de producción de plantas, de manera directa, por medio de la reducción de gasto de energía eléctrica en iluminación, e indirectamente, mejorando la calidad de las plantas, reduciendo la pérdida de las mismas durante la aclimatación y reduciendo la contaminación microbiana.

Objetivos

- Reducir los impactos asociados al acondicionamiento permanente e intensivo de iluminación artificial. Desarrollar y aplicar sistemas demostrativos de iluminación natural de resolución tecnológica y costos apropiados, apuntando a generar tecnologías endógenas reproducibles por el sector agro-productivo nacional.

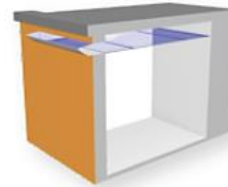
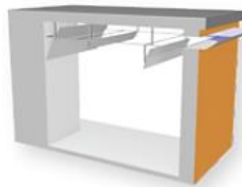
Estrategia de iluminación natural propuesta: SISTEMA ANIDÓLICO

Los dispositivos ópticos ANIDÓLICOS (sin-imagen) se diseñan CUANDO:

- NO es un requisito la vista al exterior,
- Se necesitan niveles muy elevados de luz,
- Se precisan diseños que reflejen el sol hacia los objetivos a iluminar.

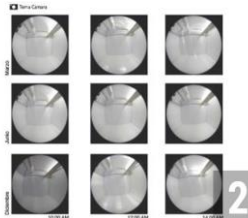
Por lo tanto, esta fue una oportunidad para diseñar y desarrollar dispositivos ópticos anidólicos que permitan optimizar la luz natural y reducir costos energéticos en la producción de plantas.

Con esta premisa, se diseñó un sistema de iluminación natural anidólico para adecuarlo a la sala de micropropagación agámica de bajo costo. Al diseño calculado teóricamente se lo construyó posteriormente en modelo a escala para poder realizar las mediciones predictivas con equipos de medición de luz natural, y una vez verificados los valores requeridos de proyecto (valores superiores a 1000 lux), se ajustaron tanto el diseño como la superficie de difusión y redirección de luz hacia el espacio interior.



Colección de luz natural diseñado

Sistemas de redirección y difusión de luz natural



1- Estudio de rayos de luz natural redirigidos hacia los estantes portafrascos con cultivo. 2- Estudio en modelo a escala de luz natural a distintos horarios y meses. 3- Colocación del sistema diseñado. 4- Foto de la sala de propagación agámica.

Una vez ajustado el diseño de iluminación natural de la sala experimental de propagación agámica se realizaron los cálculos predictivos de consumo necesario de electricidad y ahorro energético, que se prevé con sistema iluminación natural anidólico propuesto y las necesidades de energía eléctrica complementaria para iluminar sala de cría.

Según simulación de niveles de iluminancia obtenidos con el sistema de iluminación natural propuesto, la necesidad de encendido de luminarias se reduce a 35.302 horas anuales en su lugar de emplazamiento (INTA CATAMARCA), lo que implica un ahorro de 191.938,21 kWh anuales como muestra la siguiente tabla.

CUADRO RESUMEN ENERGÍA CONSUMIDA	Demanda anual de energía eléctrica para iluminación
1- sala tradicional	320.614,00 kWh
2- sala con estrategia de luz natural (anidólico y reflectores)	128.675,79 kWh
AHORRO POR ILUMINACIÓN NATURAL	191.938,21 kWh anual

Conclusiones

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 (viviendas y edificios públicos) y pueden resolver problemas asociados a los altos costos de energía en la producción, como en el presente caso, de plantas. 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.

Nuestras investigaciones abarcan las escalas objeto, edilicia y urbana y comportamiento humano a la luz natural. Este desarrollo pretende ser sólo un inicio en investigaciones y aplicaciones futuras que cuenten con aporte de otras disciplinas como la biología y las ciencias agrarias, y así evaluar la aplicabilidad de estos diseños tanto para mejorar la producción de plantas, como para reducir el consumo de energía eléctrica.

Bibliografía

Erig, A.; M. Wulff Schuch (2005). "Micropropagação fotoautotrófica e uso da luz natural. Photoautotrophic micropropagation and use of the natural light". *Ciência Rural* 35(4): 961-965.

Ferrón, L.; A. Pattini; M. A. Lara. (2007). "Características fotométricas de sistemas de iluminación natural elementos componentes de transporte de luz". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 11 (1): 6.

Ferrón, L.; V. García; A. Villalba; A. Pattini; A. Iriarte. (2012). "Energy saving when lighting culture rooms for agamic propagation of plants". *Scientific Research and Impact. SCIENCE PARK JOURNALS*, Sapele; Vol. 1, p. 17-17. ISSN: 2315-5396.

García, V.; I. A., Flores S.; Lesino G. (2008). "Monitoreo higrotérmico de un edificio acondicionado para propagación agámica de plantas". *AVERMA* 12: 8.

Kodym, A.; S. Hollenthoner; F. J. Zapata-Arias. (2001). "Cost reduction in the micropropagation of banana by using tubular skylights as source for natural lighting". *In vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 37: 237-242.

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.

Pattini, A. (2000). "Evaluación de la iluminación natural en edificios. Modelos a escala". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 4(1):8.

Pattini, A.; J. Mitchell; L. Ferrón. (2003). "Diseño de lumiductos de bajo costo para vivienda bioclimática unifamiliar". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 7, N° 1, 5 p. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.

Pattini, A.; A. Villalba; V. García; L. Ferrón; A. Iriarte; G. Lesino. (2009). "Diseño de un sistema de iluminación natural a nidólico para el centro de propagación agámica INTA-CATAMARCA". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 13. 6 p. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.