

Modelo de Naturación en muros para edificios en clima cálido húmedo

CARBAJAL-AVILA, Jazmin*†, RODRÍGUEZ-ROSALES, Antonio Alfonso, AVILA-CABALLERO, Luz Patricia, RODRÍGUEZ-HERRERA, America

*Universidad Autónoma de Guerrero,

Unidad Académica de Ciencias en Desarrollo Regional Calle Pino s/n Col El Roble. C.P. 39640 Acapulco, Gro. Tel. (744) 4 87 7740

Recibido Julio 14, 2014; Aceptado Enero 15, 2015

Resumen

Desde los años sesentas una de las ecotecnias que ha venido en auge en todo el mundo es la naturación de edificios, la cual consiste en cubrir las superficies de estos con vegetación, los fines pueden ser ecológicos, térmicos y estéticos. Su aplicación depende principalmente del clima ya que es un factor esencial para elegir tanto la vegetación como el sistema constructivo más apropiado; por otro lado, los materiales constructivos determinan el costo, la resistencia y la durabilidad.

El conocimiento científico sobre naturación de edificios sigue limitándose a los climas templados debido al desarrollo y aplicación que tuvo en Europa desde principios del siglo XX, sin embargo, poco a poco inician las investigaciones para obtener la vegetación y la composición del sustrato más recomendable para el clima cálido húmedo.

Por otro lado, la implementación de materia prima local permite el aprovechamiento de los recursos disponibles en la región y evita el incremento de los costos. La flora nativa brinda grandes servicios ambientales además de requerir bajo consumo de agua y mantenimiento.

Otro aspecto relevante es el social; es importante que las superficies naturadas sean de fácil mantenimiento, durables y seguras y por otro lado, que permitan ambientes agradables, no solo para embellecer y mejorar la plusvalía de las edificaciones, sino para proporcionar confort y sensaciones benéficas a las personas.

Naturación, Muros, Edificios, Clima Cálido Húmedo.

Abstract

Since the sixties one of the ecotecnias which has been booming worldwide is the naturation of buildings, which involves covering the surfaces of these vegetated, the ends can be ecological, thermal and aesthetic. Its application depends mainly on the climate as it is essential to choose both the vegetation and the most appropriate construction system factor; on the other hand, the construction materials determine the cost, strength and durability.

Scientific knowledge about naturation of buildings remains limited to temperate climates due to development and application that had in Europe since the early twentieth century, however, gradually begin research for vegetation and substrate composition most advisable for the warm humid climate.

Moreover, implementation of local raw materials allows the use of available resources in the region and avoid increasing costs. Native flora offers great environmental services besides requiring low water consumption and maintenance.

Another important aspect is the social; it is important that naturadas surfaces are easy to maintain, durable and safe and secondly, to enable pleasant environments, not only to beautify and improve the added value of the buildings, but to provide comfort and charitable feelings to people.

Naturation, walls, buildings, Warm Humid Climate.

Citación CARBAJAL-AVILA, Jazmin, RODRÍGUEZ-ROSALES, Antonio Alfonso, AVILA-CABALLERO, Luz Patricia, RODRÍGUEZ-HERRERA, America. Modelo de Naturación en muros para edificios en clima cálido húmedo. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2014 – Abril 2015, 1-2:429-434

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jzmna@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Desde los años sesentas una de las ecotecnias que ha venido en auge en todo el mundo es la naturación de edificios, la cual consiste en cubrir las superficies de estos con vegetación, los fines pueden ser ecológicos, térmicos y estéticos. Su aplicación depende principalmente del clima ya que es un factor esencial para elegir tanto la vegetación como el sistema constructivo más apropiado; por otro lado, los materiales constructivos determinan el costo, la resistencia y la durabilidad. Cuando son los muros los que se cubren de vegetación se conoce como muros verdes, fachadas vegetadas o muros vivos, cuando son las azoteas se conoce como cubiertas o azoteas verdes. De acuerdo a Loh S. 2008, los muros verdes se clasifican en tres sistemas: panel, (compuesto por un bastidor metálico anclado al muro estructural y forrado de capas de fieltro textil, dicho panel contiene el medio de crecimiento o sustrato); bolsa de fieltro textil, (compuesta por varias capas textiles sujetas y adjuntas al muro estructural, carece de sustrato, por lo tanto la vegetación se mantiene únicamente del riego frecuente; por último, contenedor o enrejado, (compuesto por un pequeño recipiente que contiene el sustrato y una reja o malla que sirve de soporte o guía para las especies de enredaderas.)

El conocimiento científico sobre naturación de edificios sigue limitándose a los climas templados debido al desarrollo y aplicación que tuvo en Europa desde principios del siglo XX, sin embargo, poco a poco inician las investigaciones para obtener la vegetación y la composición del sustrato más recomendable para el clima cálido húmedo.

El clima cálido húmedo se caracteriza por altas temperaturas, alta humedad relativa y poca oscilación térmica durante todo el año, resulta ser el más complejo de todos los climas porque para lograr el confort térmico es necesario disminuir la sensación de calor y de humedad relativa. De acuerdo a la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), en las zonas cálidas húmedas de todos los usos de energía en la vivienda, el que se utiliza para climatización ocupa el segundo lugar.

Una manera de lograr espacios confortables pero con bajo impacto negativo al medio es basarse en el diseño Bioclimático, el cual se fundamenta en un estudio de las variables climáticas, biológicas y tecnológicas, utilizando nulo consumo energético.

La solución natural para disminuir la temperatura y la humedad relativa es la utilización de espacios sombreados, aislamiento térmico y el viento. Para integrar estos elementos al muro, se requiere un sistema de contenedor o enrejado que proporcione un sombreado denso en la superficie a través de la vegetación. El espacio libre o cámara de aire que se genera entre la vegetación y el muro estructural favorece la ventilación, esto evita la saturación de la humedad relativa en el follaje, la condensación en el muro y proporciona aislamiento térmico.

Por otro lado, la implementación de materia prima local permite el aprovechamiento de los recursos disponibles en la región y evita el incremento de los costos. La flora nativa brinda grandes servicios ambientales además de requerir bajo consumo de agua y mantenimiento.

Otro aspecto relevante es el social; es importante que las superficies naturadas sean de fácil mantenimiento, durables y seguras y por otro lado, que permitan ambientes agradables, no solo para embellecer y mejorar la plusvalía de las edificaciones, sino para proporcionar confort y sensaciones benéficas a las personas.

Objetivos

1. Construir un modelo de naturación por muros para edificios en un clima cálido húmedo, recurriendo a criterios bioclimáticos y de bajo impacto negativo al ambiente.
2. Proponer indicadores ambientales para su evaluación.
3. Evaluar los beneficios ambientales a través de los indicadores.

Metodología

Se utilizó un modelo experimental ubicando la zona de estudio en la Ciudad y Puerto de Acapulco del Estado de Guerrero (coordenadas 16.86° latitud Norte y 99.90° longitud Oeste). Se instaló en una edificación tipo residencial localizada en la colonia Vista Alegre, cerrada Río Atoyac.

Se seleccionó un espacio de la casa que tuviera una orientación desfavorable (sur y poniente); es decir, que recibiera el sol durante las horas más críticas del día tanto en los muros como en la loza. Posteriormente de este mismo espacio, se eligió un muro estructural que estuviera expuesto al sol prácticamente durante todo el día.

De acuerdo al análisis del clima, el sistema que se seleccionó fue un contenedor o enrejado, el cual consiste en un recipiente metálico cuya función es contener la mezcla de sustrato o medio de crecimiento y donde se plantó la vegetación.

El contenedor en forma rectangular con dimensiones de 1.80 metros de largo por 0.30 metros de ancho y 0.30 metros de profundidad se construyó por medio de una estructura metálica como soporte a base de ángulos de 1 pulgada por 1/8 de pulgada, cubierta con lámina galvanizada calibre dieciocho. Se cubrió con dos capas de anticorrosivo y de pintura metálica para prolongar su durabilidad. Se hicieron tres perforaciones en la superficie inferior del contenedor con brocas de un cuarto de pulgada para el drenado del agua excedente durante el riego. Dentro del contenedor se colocaron dos capas de plástico delgado para evitar la humedad de la superficie interior.

Para soportar el contenedor al muro se utilizaron tres ángulos metálicos de una y media por una y media pulgada en forma de ele, anclados y soldados al muro estructural con varillas de media pulgada.

Una vez colocado el contenedor al muro estructural se instaló una reja de acero galvanizado con acabado de pintura de poliéster termo endurecido, soldada en la parte inferior a los soportes en forma de ele y en la parte superior a una solera metálica. Medio por el cual treparán las especies de enredaderas.

El sistema de riego funciona por gravedad a través de una tubería de PVC hidráulica de media pulgada y se abastece a través de un depósito de agua localizado en la azotea.

“La combinación de humus de lombriz y fibra de coco puede funcionar como un sustrato con alto potencial de retención de agua y al mismo tiempo de gran eficiencia para el crecimiento de las plantas.” (Gómez, F. 2001, p.6)

Sin embargo, de acuerdo a (Snodgrass, Edmund & Lucie 2006, p. 68,69) la mezcla ideal del medio extensivo es de arenilla o materiales granulares que equilibren la absorción de agua con una adecuada superficie porosa.

De acuerdo a lo anterior y a los materiales disponibles en la región, para la mezcla se compuso de fibra de coco, grava de tepetate triturada, humus de lombriz y abono de hoja con la siguiente proporción:

| Material | Proporción |
|-------------------|------------|
| Fibra de coco | 0.30 |
| Grava de tepetate | 0.20 |
| Humus de lombriz | 0.30 |
| Abono de hoja | 0.20 |

Tabla 1 Proporción de la mezcla de sustrato

Antes de utilizar la fibra de coco se secó al sol durante tres días con el objetivo de eliminar la salinidad.

Las especies de enredaderas se seleccionaron de acuerdo a los siguientes criterios: capacidad de exposición al sol directo, bajo requerimiento de agua, amplia cobertura de follaje, escaso mantenimiento y floración llamativa, dando prioridad a las especies nativas.




| Familia | Nom. científico | Nombre común | Origen | Dimensión | Crecimiento | Color de flor | Riego | Soleamiento | Suelo | Densidad de plantación | Imagen |
|---------------|------------------------------------|---------------------|--|--------------|-------------|---------------|----------|-------------|---------------|------------------------|---|
| Polygonaceae | <i>Antigonon leptopus</i> | Bellama | México y Centro América | 12.00 m | Moderado | Rosa | Bajo | Pleno sol | Drainado | @ 0.40 m |  |
| Polemoniaceae | <i>Pentstemon luteus</i> | Mandevilla amarilla | Desde Florida, hasta Guatemala y el Caribe | 3.00 m o más | Moderado | Amarillo | Bajo | Pleno sol | Drainado | @ 0.40 m |  |
| Vitaceae | <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | Para virgen | México y Norteamérica | 10.00 m | Moderado | * | Moderado | Pleno sol | Rico en abono | @ 0.60 m |  |

Imagen 2 Paleta vegetal

De acuerdo a la información científica consultada hasta la fecha sobre los Beneficios Ecosistémicos de la Naturación en Edificios así como su funcionamiento, se proponen un conjunto de Indicadores ambientales para evaluar los sistemas de naturación.

El primer y segundo indicador ambiental es la evaluación del comportamiento térmico del espacio interior y de la superficie del muro antes y después de la naturación. Para lograrlo, se colocaron cuatro sensores de temperatura; uno para medir la temperatura ambiente (en la cámara de aire), otro para medir la temperatura y la humedad relativa del interior de la habitación, otro más para medir la temperatura de la superficie exterior del muro, y por último, uno para medir la temperatura de la superficie interior del muro. Los datos de la humedad relativa exterior se toman de la estación ACAPULCO, obtenidos en línea de las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Hasta el momento, se efectúan cuatro registros mensuales con intervalos de una hora a partir del 21 de junio (solsticio de verano) de 2014, de las ocho de la mañana a las seis de la tarde y los datos se anotan en una bitácora. Las propiedades ópticas de la vegetación determinan el comportamiento de la superficie del muro estructural. Las propiedades ópticas de los materiales están en función del color y del espesor del material. Para determinar estas propiedades en la vegetación se dispuso de un cuarto oscuro con la finalidad de controlar las condiciones ambientales y con ello evitar errores. Para simular la luz del sol se colocó un foco de tungsteno dentro de un recipiente de aluminio perforado en un extremo; la luz se hizo pasar a través de una lente con el propósito de enfocarla a la entrada del espectrofotómetro.

Entre este y la lente se colocaron las hojas de las especies muestra. El tercer indicador ambiental es la capacidad de retención de agua del sustrato en litros por metro cúbico, para medirlo se utilizará un matraz aforado, un vaso de precipitados y una Balanza granataria, donde se medirá la mezcla elaborada. El cuarto y último indicador ambiental es la cantidad de CO₂ absorbido por las especies de enredaderas, para conocerlo será utilizando un analizador de carbón orgánico total (TOC). Se analizará la producción de biomasa anual de la parte área de las pantas ya instaladas en el modelo.

Resultados

De acuerdo al análisis de los estudios sobre la naturación de edificios en la tabla 2 se proponen los indicadores ambientales, las variables que los componen, las unidades de medida y el equipo necesario para obtenerlos. Esto será útil para conocer el nivel de impacto al medio que generan las cubiertas y los muros verdes.

| Indicador | Descripción | Unidad | Equipo |
|------------|--|---|---|
| ENERGIA | Comportamiento térmico del espacio interior antes y después de la naturación. | Temperatura y humedad relativa interior horaria antes y después de la naturación. | °C, % Termohigrógrafo |
| | Propiedades térmicas del sustrato (conductividad térmica y calor específico) | W/m ² °C | Conductivímetro |
| | Comportamiento térmico de la superficie exterior (muro o losa) antes y después de la naturación. | Temperatura horaria de la superficie exterior antes y después de la naturación. | °C Sensores digitales de temperatura |
| AIRE | Absortancia, transmitancia y reflectancia de la radiación a través de las hojas. | % | Espectrofotómetro |
| | Cantidad de CO ₂ absorbido anualmente por las especies vegetales. | - | g por especie Analizador de carbón orgánico total (TOC) ó Analizador infrarrojo de gases para carbono. |
| AGUA | Retención de agua por el sustrato. | - | l/m ² Matraz aforado Vaso de precipitados Balanza granataria |
| VEGETACIÓN | Porcentaje de especies vegetales nativas | - | % |

Tabla 2 Indicadores ambientales para la evaluación de sistemas de naturación en edificaciones

El sistema de naturación se instaló el 1° de junio de 2014, el día 21 de junio se hizo el primer registro de temperatura. A dos meses de haber instalado el sistema, las plantas (mandevilla amarilla y mandevilla blanca) han crecido hasta alcanzar 2.5 metros de altura, sin embargo, la cobertura del follaje está aproximadamente a un 40% de la superficie total para naturar como puede apreciarse en la imagen 2. La mezcla de sustrato elaborada funcionó satisfactoriamente, ya que el riego se efectúa cada siete días durante siete minutos aproximadamente.

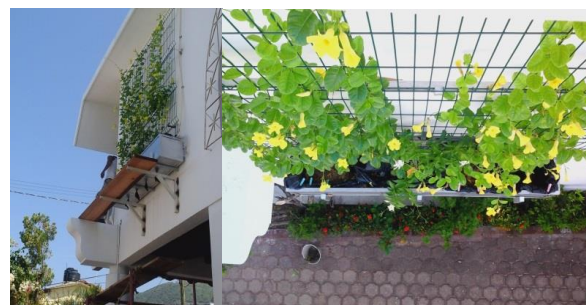


Imagen 3 y 4 Cobertura del follaje a dos meses de su instalación

Las pruebas ópticas reflejan que la especie (mandevilla amarilla) tiene una alta transmitancia en longitudes de onda entre los 500 y los 600 nanómetros (luz amarilla y naranja); así como en longitudes de onda entre los 700 y los 800 nanómetros (infrarrojo).

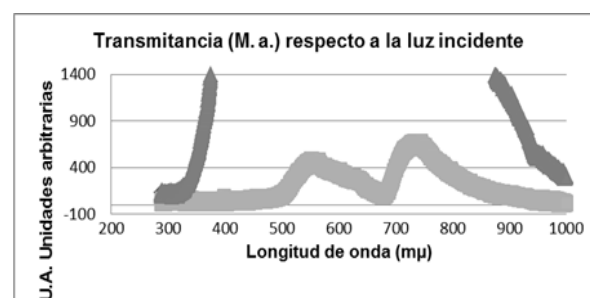


Imagen 5 Transmitancia de la especie *Mandevilla* amarilla

El coeficiente de absorción de acuerdo a la Ley de Beer Lamber muestra una baja absorción en longitudes de onda entre los 500 y los 600 nanómetros (luz amarilla y naranja); así como en longitudes de onda entre los 700 y los 800 nanómetros (infrarrojo).

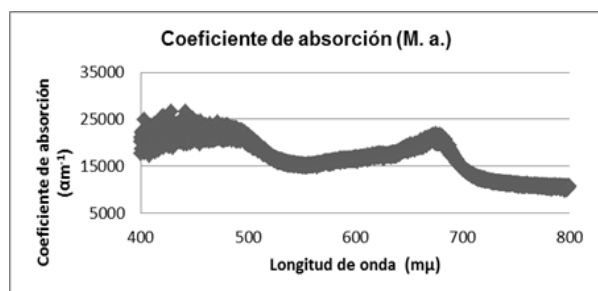


Imagen 6 Coeficiente de absorción de la especie *Mandevilla* amarilla

Discusión

Es necesario realizar pruebas de reflectancia de las mismas muestras para analizar su comportamiento y determinar la inferencia de las propiedades ópticas de la vegetación respecto a la temperatura de la superficie del muro.

Hasta la fecha se han tomado registros de once días que corresponden al periodo de verano (la época más crítica del año), pero seguirán tomándose los registros hasta que la superficie del muro esté completamente cubierta por la vegetación para hacer el primer comparativo (antes y después de la vegetación); sin embargo, los resultados del verano de 2014 serán comparados con los del verano de 2015.

Conclusión

De acuerdo a los resultados, el modelo que se eligió está funcionando de manera satisfactoria. Se estima que una vez que la vegetación se desarrolle hasta cubrir totalmente la superficie a natural (aproximadamente en tres meses) las temperaturas del muro y del espacio interior y exterior muestren diferencias significativas.

Referencias

Loh, S. (2008) Living Walls, A way to Green the Built Environment, Queensland University Technology, BEDP Environment Design Guide 1(TEC 26), Brisbane Australia, disponible en <http://eprints.qut.edu.au/28172/>, pp.2

Gómez, F. (2001) Evaluación de Bokashi como sustrato para semilleros en la Región Atlántica de Costa Rica, Universidad EARTH, Guácimo, Costa Rica, disponible en http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/bokashi_sustrato_para_semilleros_cr.pdf_pp.6

Snodgrass, E. & Lucie Snodgrass (2006) Green Roof Plants, Timber Press, Portlan, London, p.68-69