

---

Sistema de riego para cubiertas verdes en el contexto climático tropical

Yesenia María Blanquicet González

Maira Alejandra Guevara Bertel

María Victoria Montiel Ortega

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR  
Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Arquitectura  
Programa de Arquitectura  
Sincelejo  
2019

---

Sistema de riego para cubiertas verdes en el contexto climático tropical

Yesenia María Blanquicet González

Maira Alejandra Guevara Bertel

María Victoria Montiel Ortega

Artículo de revisión de tema presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Tutoras

Angélica María Torregrosa

Ingeniera, Magister en Ciencias Agro Alimentaria

Angélica María Sierra Franco

Arquitecta, Especialista en Gestión Ambiental

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR

Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Arquitectura

Programa de Arquitectura

Sincelejo

2019

Nota de Aceptación

3,7

---

---

---

---

*Angelito*

Director

*Rolando Lopez*

Evaluador 1

*Maceo*

Evaluador 2

---

## Tabla de Contenido

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	6
<b>Introducción</b> .....	7
<b>1. Materiales y métodos</b> .....	11
<b>1.1 Resultados</b> .....	12
<b>Conclusión</b> .....	25
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	27

## Resumen

Dentro de los climas tropicales, las cubiertas verdes, se definen a partir de la forma que tengan las paredes exteriores de las edificaciones, para ello, se utilizan materiales particulares en proporción a las variaciones térmicas que presente el medio ambiente, en la actualidad las cubiertas verdes generan un impacto positivo en el medio ambiente donde se circunscriban, representan una mejora importante en el entorno urbano, el paisaje y el balance energético de los edificios, sobre todo en climas tropicales donde es necesario el uso de un sistema de riego para la preservación de la cubierta. Así mismo, se utiliza una metodología de revisión documental, se analiza las características que tiene el uso de las cubiertas verdes, comparando diferentes estudios y proyectos ya ejecutados, se identifican las ventajas y desventajas destacables, además, se describen los sistemas de riego utilizados para evitar su rápido deterioro. De la revisión de los temas realizados, se puede analizar que el incremento de la humedad ambiental, la disminución de la temperatura del aire, la renovación del aire exterior y la protección orgánica frente al verano e invierno, son efectos positivos de las cubiertas verdes; para su preservación, es necesario el uso de un sistema de riego de acuerdo al tipo de edificación y contexto.

*Palabras clave:* cubiertas verdes, construcción sustentable, clima tropical, tecnologías limpias, sistema de riego.

### **Abstract**

In tropical climates, the green roofs, are defined according to the shape of the exterior walls, for this, particular materials are used in proportion to the thermal variations that the environment presents, currently the green roofs generate A positive impact on the environment where they are circumscribed represents a significant improvement in the urban environment, landscape and energy balance of buildings. It is in this way, a documentary review methodology is used, the characteristics of the use of green roofs are analyzed, comparing different studies and projects already executed, the outstanding advantages and disadvantages are identified, in addition, the irrigation systems used are described to avoid its rapid deterioration. From the review of the theme, it can be analyzed that the increase in environmental humidity, the decrease in air temperature, the renewal of outdoor air and organic protection against summer and winter, are positive effects of green roofs; for its preservation, it is necessary to use an irrigation system according to the type of building and context.

*Keywords:* Irrigation system, green roofs, sustainable construction, tropical climate, clean technologies, irrigation system.

## Introducción

A partir del siglo XX, la urbanización ha generado una disminución del espacio ocupado por la naturaleza, creándose ecosistemas artificiales que no se integran al entorno, generando un dualismo entre lo urbano y lo natural. Actualmente, existe una tendencia hacia la eco construcción, desarrollando estilos de vida más sostenibles, respetando el medio ambiente con el uso de cubiertas vegetales, Beltrán et al. (2014). Cuando se habla de medio ambiente, es un tema sensible, partiendo de la contaminación que crea la urbanización en este, por lo que el uso de un espacio natural en las cubiertas de las edificaciones, puede generar un impacto que forme un cambio en cuanto a los paradigmas que compone la construcción dentro de la sociedad, siendo consciente con el medio para una mejor sustentabilidad. Actualmente, la construcción sustentable con el uso de tecnologías limpias, es un componente preciso que genera un impacto positivo en la humanidad, parte del aprovechamiento de las zonas verdes que mejora la calidad de vida. Para ello, las cubiertas verdes, se convierten en Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), “este se encuentra constituido por múltiples capas donde se encuentran las cubiertas, busca aprovechar el agua lluvia para la reducción de los volúmenes de escorrentía, genera un hábitat y genera un impacto medio ambiental de manera relevante” (Woods et al., 2007, p.4. )

Desde la perspectiva de García (2001), los techos verdes, representan una estructura de protección superior y a su vez funcionan como cerramientos exteriores, brinda protección al edificio contra los cambios climáticos y otros factores, para resguardar, darle privacidad, aislación acústica y térmica, como también ocurren con los diferentes cerramientos verticales; no obstante, la implementación de zonas verdes, le agregan una característica especial al equipamiento, porque la edificación de la ciudad con el paso del tiempo, cada vez va generando transformaciones del medio ambiente. Aunque el hecho de edificar, pueda generar un paradigma contraproducente para el medio, esto fue creado por la necesidad de hacer espacios cubiertos que protejan el interior con el paso de los años, por lo que tiene tres características principales:

- Soportar directamente la exposición
- Servir como barrera impermeable de agua.
- Dar protección térmica.

Las cubiertas verdes, son propuestas aplicadas a viviendas que ayudan al mejoramiento de la percepción del medio, tienen en cuenta distintos aspectos, así como el tipo de vivienda, edificación, temperatura. En el caso del clima tropical sabana a w, es de especial importancia, al haber una temperatura alta, pero puede ser un factor determinante para el ahorro de energía a través del uso de herramientas tecnológicas y softwares (De La Rosa, 2015.) Es de esta manera que, el clima tropical puede ser definido a partir de diferentes aspectos como la temperatura, precipitación, la humedad y otros parámetros meteorológicos. (Inzunza, 2016). Sin embargo, existen varios tipos de clasificación de los climas según Köppen, dos de estos tipos corresponde a: los climas tropicales que se encuentra en la categoría A, en esta, todos los meses la temperatura media es superior a 18°C y no existen estaciones, se caracterizan por tener lluvias abundantes, el cual corresponde a trópico sabana aw. por otro lado, existe una clasificación de climas Secos, donde la evaporación es superior a la precipitación (García, 2014).

Es de esta manera, que la utilización de las cubiertas verdes, puede ser aprovechado en contraprestación del impacto medio ambiental que genera la construcción, así como la creación de nuevos nichos en los equipamientos, la creación de ellas requiere el uso de agua para el crecimiento de zonas verdes dentro de estas cubiertas, a través, de un sistema de riego que distribuya el agua de manera correcta. No obstante, el aprovechamiento del agua como recurso esencial, genera un impacto en el medio ambiente, utilizado en los sistemas de riego para cubiertas verdes, es de esta manera que para ( Granados et al. 2015), el agua es un recurso natural que ayuda a conservar las zonas verdes y genera nuevos ecosistemas. El agua es utilizada como elemento principal para el desarrollo de la vida del ser humano y la naturaleza, como lo dice Fondo Para el Logro de los (ODM 2010), la cual puede aprovecharse para el trabajo agrícola, consumo humano, animal y para el riego de las plantas.



Sin embargo, el presente artículo (ODM 2010) busca generar un punto de referencia, teniendo en cuenta diferentes proyectos que hacen viable el uso de un sistema de riego apto para ser implementado en una cubierta verde, esto, para generar modificaciones ambientales en el vivir diario de cada persona, tomando a la naturaleza como un aspecto relevante del medio y el entorno para la generación de cambios en la situación física de las estructuras arquitectónicas en el presente siglo. En la actualidad, la creciente preocupación por el medio ambiente, da pie a la concepción de una política y una tecnología ambiental más progresista (García, (2017.)) Es de esta manera que el desarrollo de la conciencia ambiental, trae el fortalecimiento de la sustentabilidad, para (Karica y Salinas 2016), este concepto es caracterizado como aquella virtud que posee el ser humano junto a la sociedad, con el fin de apoyar el medio en que habita y preservarlo para que sus generaciones futuras también puedan ser beneficiadas.

El recurso hídrico es renovable, es la fuente principal de cuidado de las plantas ornamentales en las edificaciones, donde el sistema de riego puede convertirse en un riesgo en cuanto al desperdicio del agua potable, sin embargo, la sistematización de este proceso puede mejorar el aprovechamiento de este recurso, realizando la acción de cuidado de una forma más sencilla sin la utilización de herramientas externas como las mangueras (CEAPA 2015. ) Por otro lado, el desarrollo de estos proyectos medioambientales, tienen un argumento ecológico, donde, el costo adicional ambiental se recupera por medio de buenos hábitos (de esta manera se verá reflejado en menor gastos en salud de sus usuarios) y mayores tasas de empleo en los edificios más verdes (Tarrida, 2010).

(Ojembarrena et al. (2009), definen que “la vegetación es capaz de absorber el 80% de la radiación producida en el medio, utilizando procesos naturales” (Pág. 12), para ello, el uso de vegetación en las cubiertas, genera una expectativa frente a la conservación y adecuación de plantas que logren minimizar los efectos de la contaminación. Sin embargo, los techos verdes, son proyectos que requieren de especial cuidado frente a su preservación, para (Zielinski et al (2012), este tipo de proyectos se han implementados con satisfacción en muchos países y su probabilidad

se determina por medio de factores contextuales, algunos de estos parten de la realidad nacional, regional o local, y otros proyectos requieren de estudios adicionales.

En la actualidad, las cubiertas verdes a pesar de ser una de las tecnologías limpias más utilizadas, tanto para efectos ornamentales como bioclimáticos, posee inconvenientes que dificultan su ejecución y mantenimiento, uno de los más importantes es la implementación de sistemas de riego acordes al tipo de cubierta verde, al clima en donde se instala y al tipo de vegetación que se implanta, pues los errores más comunes que se cometen se dan por el desconocimiento de estos elementos conceptuales y prácticos en su sistema constructivo, trayendo como consecuencia deterioro y altos costos de mantenimiento.

El presente artículo parte de dos temáticas, la primera son las cubiertas verdes, teniendo en cuenta la forma como se encuentra en las regiones de clima tropical, su estructura biológica dentro de la región de clima tropical y la estructura biótica apta para este tipo de cubiertas; el segundo tema, es el sistema de riego para cubiertas verdes, se definen los conceptos, su implementación, cómo se clasifican estos sistemas y cómo funciona el sistema de riego para estructuras bióticas en la región climática tropical.

## 1. Materiales y métodos

La metodología se encuentra aplicada a través del método cualitativo empleada por medio de una revisión documental, donde se utiliza un paradigma comparativo, por lo que requiere de la recopilación de estudios, proyectos e investigaciones que permitan darle viabilidad conceptual al análisis a desarrollar.

el presente artículo parte según la evidencia de tiempos, donde se definen las diferentes características que los hallazgos obtenidos que se emplean en la construcción de sistemas de riego en las cubiertas verdes, pueden ser comparados y definidos de acuerdo a sus características físicas, equipamientos, medioambientales, socioculturales y sostenibles. La definición del artículo es de forma transversal, donde se basa en unas características específicas desde lo socio-cultural y medioambiental de cada uno de los casos, identifica las diferentes estrategias utilizadas para el sistema de riego y de cubiertas, por lo que compara los diferentes impactos que genera cada caso. Se realiza una definición de las cualidades en diversos elementos en un único momento de tiempo, estudia l

(Zielinski et al (2012)as ventajas, desventajas y características clave para la eficiencia del sistema de riego en edificaciones con cubiertas verdes.

Para la recolección de los datos, se utilizan las diferentes investigaciones en bases de datos como Scielo, ScienceDirect, Google Académico, Scopus, entre otros. Se utiliza las palabras Sistema de riego, cubiertas verdes, clima tropical y tecnologías limpias para la búsqueda de los artículos. Se realiza una conceptualización que vaya acorde a diferentes conocimientos, descritos de la siguiente forma: Cubiertas verdes, habla de la región climática tropical, su estructura climática y biótica; Sistema de riego para cubiertas verdes, sus conceptos e implementación, clasificación, su uso en estructuras bióticas en clima tropical con la implementación de cubiertas verdes y tecnologías limpias como mecanismos sostenibles en la edificación.

## 1.1 Resultados

Después de hacer una detallada revisión de literatura que contempla diferentes autores relacionados con temas, como cubiertas verdes, cubiertas vegetales, techos verdes, composición de cubierta verde, efectos climáticos, clima tropical, entre otros; se logró realizar una tabla donde se reúne toda la información consultada y de donde se genera el análisis de resultados, como sigue a continuación:

Tabla 1

*Cubiertas verdes*

Autor	Documento	Tema	Ventajas y/o desventajas
1. Valbuena (2012)	Implementación de un modelo de techo verde y su beneficio térmico en un hogar de Honda, Tolima (Colombia).	Cubiertas verdes	El desarrollo de alternativas naturales para la construcción de cubiertas que además de asfalto, sean recubiertas por capas verdes, genera un impacto desde lo medioambiental en la sociedad, sobre todo, aprovechando el techo
2. Soto (2017)	Guía básica de plantas ornamentales para el diseño de jardines de interiores y exterior para clima templado	Cubiertas verdes	La cubierta puede ser aprovechada como una zona de cultivos, al tener una infraestructura verde, genera un micronicho de especies de forma auténtica con el uso de plantas ornamentales, jardines y sistemas de riego que automaticen el proceso de cultivo, crecimiento y preservación.

<p>3. Rivera. (2015)</p>	<p>“Cubiertas vegetales en la región caribe” Caso de estudio: viviendas sociales de la República Dominicana.</p>	<p>Cubiertas vegetales</p>	<p>El desarrollo urbano sostenible, busca a través de un desarrollo energético, tener la capacidad de aprovechar los factores climáticos para el desarrollo de cubiertas vegetales, estas permiten en las edificaciones mejorar la percepción de la ciudad y crea un espacio con características estructurales. Se pueden utilizar software como SesignBuilder, donde se simula la aplicación de la cubierta vegetal y determinar el impacto que se pretenda desarrollar.</p>
<p>4. Salas. (2017)</p>	<p>Propuesta de implementación del uso de techos Verdes con geo membrana importada de estados Unidos en el distrito de san miguel, para cumplir Con la meta de biodiversidad de Aichi</p>	<p>Techos verdes</p>	<p>El uso de techos verdes, requiere de motivación por parte de las personas y pobladores del territorio donde se desean realizar, donde existen diferentes beneficios con el uso de geomembranas, así como la mejora de la calidad del aire, iluminación natural agricultura urbana y puede generar una cultura ambiental. Los techos verdes también pueden ser llamados eco techos, estos utilizan tejido vegetal, son techos vivos que</p>

			culturalmente corresponden a una estrategia de construcción cultural y social.
5. Hodo-abalo et al. (2012)	Performance analysis of a planted roof as a passive cooling technique in hot-humid tropics	Techos verdes	Describe que estos generan un beneficio a la regulación de la temperatura en climas tropicales, esto parte del sistema de riego y su adaptación a la estructura biótica de las edificaciones.
6. Cruz. (2017)	La cubierta verde como mejora del comportamiento energético en Alicante	Composición de cubierta verde	Las cubiertas verdes están compuestas por diferentes características, desde su inicio a fin, así como la vegetación, sustrato, capa filtrante, capa drenante, capa antipunzonante, aislamiento término, impermeabilidad y formación de pendientes. Los anteriores son las diferentes capas en las que está compuesta la cubierta verde y se distribuye en una formación eficiente que aunque tenga estas características, puede utilizar un sistema de riego que automatice el proceso de cuidado y conservación

Se puede analizar que el para el 80% de los autores las cubiertas verdes son un mecanismo que aportan un alto porcentaje de sustentabilidad ambiental a la edificación, por medio de sus

características y la vegetación implementada, trabajando en conjunto con un sistema de riego apto para la región climática tropical donde permite crear un confort dentro de un entorno natural.

El 20% de los autores restantes consideran que la vegetación es un factor importante al momento de implementar una cubierta verde, ya que por medio de los diferentes tipos de vegetación se pueden crear y sentir sensaciones fuera y dentro de la edificación, aportando identidad de forma sustentable a la sociedad.

Tabla 2

*Cubiertas verdes en la región clima tropical*

<b>Autor</b>	<b>Documento</b>	<b>Tema</b>	<b>Ventajas y/o Desventajas</b>
1. Zamora y Cristancho (2008)	La humedad en las propiedades físicas del suelo	Clima tropical	Describen que el clima puede ser definido bajo fases sólidas, líquidas y gaseosas, de allí depende la humedad del suelo dentro del sistema natural del medio ambiente, es por ello que las plantas necesitan una composición química para su debido crecimiento en el clima tropical.
2. Ugarte (2016)	Guía de arquitectura bioclimática. Instituto de arquitectura tropical	Clima tropical	Dentro del mundo existen diferentes tipos de clima, donde la humedad depende del zona ecuatorial, es de esta forma que su lejanía a ella puede generar climas tropicales húmedos y secos,

			climas desérticos, caliente de altura y del mediterráneo.
3. Saiz (2015)	Efecto de las cubiertas ajardinadas sobre el microclima urbano de verano	Efectos climáticos	Las edificaciones son responsables con el 40% del consumo de energía dentro de los países desarrollados, lo que también los convierte en emisores de carbono, son cifras que a medida que va creciendo la industria y la edificación horizontal, va causando un mayor efecto al clima, es por esto que es necesario generar entornos urbanos que utilicen jardines, es importante aprovechar las cubiertas, al encontrarse en zonas donde se puedan cuidar mejor y generen una buena percepción de la ciudad por parte de las personas con conciencia con el medio ambiente.
4. De Pombo. (2017)	Evaluación de Cubiertas Verdes como Elemento de Aislamiento Térmico en Edificaciones en	Confort térmico	En cuanto a la temperatura, al utilizar techos verdes, se puede analizar que puede haber un cambio dentro de la percepción de la temperatura, lo que en territorios como Cartagena, con temperaturas de 30°, puede



	Clima Tropical Seco		<p>obtenerse en la edificación una reducción de hasta 5°-7° (Canales, 2014) en cuanto a la percepción de esta temperatura, por lo que la implementación de cubiertas verdes trae un confort térmico, siendo una contribución relevante al rendimiento termo-energético y da una capacidad de aislamiento con respecto al techo convencional.</p>
--	------------------------	--	--

Se identificaron 4 artículos relacionados con las cubiertas verdes en la región clima tropical, en los cuales se puede identificar que la temperatura en esta región puede oscilar entre los 25° y 35°, se tiene en cuenta que es necesario el uso de una alternativa que logre mejorar el rendimiento termo-energético, es por ello que la cubierta verde en comparación con el techo convencional, genera un impacto diferenciador. Aunque existan distintos tipos de climas, es necesario generar entornos urbanos partiendo por los edificios, porque representan el 40% del consumo de energía en las ciudades.

Tabla 3

*Estructura biótica de la región clima tropical*

<b>Autor</b>	<b>Documento</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Definición</b>
1. CEAPA(2015).	Cómo promover el cuidado y el respeto del medio	Estructura biológica del clima tropical	Define que el agua es el principal recurso dentro del clima tropical, es de esta manera que debe ser

	ambiente desde la familia.		aprovechado dentro del desarrollo de las actividades cotidianas.
2. Beltrán et al. (2014)	Confort térmico de techos verdes con <i>Cissus verticillata</i> ( <i>Vitaceae</i> ) en viviendas rurales tropicales	Estructura biológica del clima tropical	Dentro del estudio de los techos verdes, se entiende que las viviendas rurales en climas tropicales tienen un concepto arquitectónico que busca aprovechar la estructura biológica del clima tropical, sobre todo, desde su biodiversidad, pero en la zona urbana, los techos verdes, generan áreas que regulen la temperatura de la zona.
3. Santos et al (2010).	El riego y sus tecnologías	Estructura biótica – cubiertas verdes	El impacto térmico de las cubiertas verdes parte de la estructura biótica que presenta el terreno, es por ello, que la temperatura es regulada en función a la evaporación que realiza, sin embargo, la reducción del impacto que genera la emisión del CO <sub>2</sub> en las ciudades, va de la mano con lo establecido en el protocolo de kyoto.

Se puede decir que por medio de las estructuras bióticas el agua obtenida desde los suelos, es utilizada para el sistema de riego, la cual cumple la función de protección y regulación de temperaturas en el ambiente. En la estructura biótica se puede dimensionar el impacto que puede generar en el medio ambiente de acuerdo a la temperatura, es por ello que es necesario analizar aspectos como la emisión de CO<sub>2</sub> y la forma en la que se concibe el medio ambiente en la ciudad.

Tabla 4

*Sistema de riego para cubiertas verdes de la región climática tropical*

<b>Autor</b>	<b>Documento</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Definición</b>
1. Beltrán, et al. (2014)	Confort térmico de techos verdes con <i>Cissus verticillata</i> ( <i>Vitaceae</i> ) en viviendas rurales tropicales	Conservación de las plantas	Es necesario el uso de nutrientes esenciales para la conservación de las plantas para que el suelo posea la capacidad natural a través de métodos de fertilización y cuidado del sustrato necesario para el crecimiento del hábitat natural de la vegetación.
2. Abarca y Rojas (2016)	Sistema de riego automático y autosustentable	La luz solar y el ecosistema	La luz solar es de gran relevancia para la conversión de un ecosistema para las diferentes especies de aves e insectos, es de esta manera que también influyen los

			factores externos al haber daños en las plantas.
3. Bolaños y Moscoso (2011).	Ambiente y desarrollo	Sistema de riego en clima tropical	Es importante el uso de herramientas metodológicas y componentes que requieren de un estudio para identificar en cuáles aspectos trabajar desde lo arquitectónico, así como los techos, muros o terrazas verdes, es de esta manera que las especies también influyen, porque dependiendo de estas es que se da la preservación del medio y la adaptación al mismo.
4. Núñez (2014).	Diseño de un sistema de riego asistido por hardware arduino.	Sistema de riego para cubiertas verdes	El sistema de riego tiene diferentes tipos, uno de ellos es la hidroponía, que a través de un arduino, se puede realizar un sistema semicontrolado a través de sensores, en estos es necesario cumplir con características tecnológicas y con funciones que se adapten a la cubierta verde.

5. Carrazón (2007)	Manual práctico para el diseño de sistemas de miniriego	Sistema de riego para cubiertas verdes	El sistema de riego genera de manera apropiada la utilización del suelo, lo que requiere de tecnología para la creación de un sistema que permita crecer y ser adecuado a la demanda que se presente en la sociedad.
6. Apaza y la Torre (2017).	Diseño de implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad del suelo con tecnología arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016.	Sistema de riego	El uso del arduino, para la construcción de un sistema de riego semicontrolado, es una opción que permite tecnificar el riego, donde sea posible programarlo y generar un aprovechamiento eficiente del agua, sobre todo, porque es importante producir un impacto positivo al medio ambiente, también la creación de micronichos con el uso de plantas ornamentales, genera un embellecimiento de la ciudad que pueda ser observada y con su debido seguimiento.
7. Hayas (2016)	Optimizando el potencial de techos verdes para la	Sistema de riego para	El sistema de riego por difusores, distribuye el agua en forma de lluvia sobre la

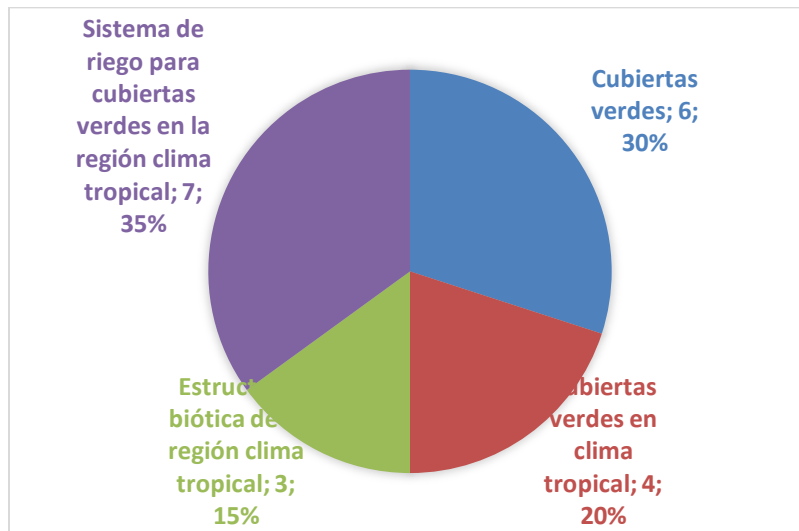
	rehabilitación energética de edificios: interacción entre sustratos reciclados, propiedades hídricas y eficiencia energética	cubiertas verdes	superficie de riego, no presenta elementos móviles a diferencia de los aspersores y tiene una presión baja, puede ser utilizado a corto alcance y se utiliza en zonas donde hay un nivel de humedad alto.
--	---	---------------------	--

Se puede analizar que el 90% de los autores coinciden que el sistema de riego más adecuado para una cubierta verde en el contexto climático tropical debe ser por goteo, por medio de un sistema de arduinos para una mejor eficiencia y ahorro del agua, estos sistemas aportan al ambiente optimizando y reduciendo la temperatura, generando confort por medio de la combinación del viento con el agua que se dispersa, de este modo se genera un desarrollo más sostenible ya que es de vital importancia que en estos tipos de clima se busquen métodos que contribuyan con el medio ambiente.

El 10% de los autores restantes consideran importante el incremento de la humedad ambiental, la disminución de la temperatura del aire, la renovación del aire exterior y la protección orgánica frente al verano e invierno, son efectos positivos de las cubiertas verdes, para su preservación, es necesario el uso de un sistema de riego de acuerdo al tipo de edificación y contexto, de esta dependerá la perdurabilidad a través del tiempo de las cubiertas verdes.

Sin embargo, la temática de las cubiertas verdes, agregando cada una de las temáticas, de forma gradual se puede analizar que el 30% de los artículos encontrados hablan sólo de cubiertas verdes, el 20% habla de cubiertas verdes en clima tropical, el 15% hablan de sistema de riego en cubiertas verdes y en su mayoría, el 35% trata sobre Sistema de riego para cubiertas verdes en la

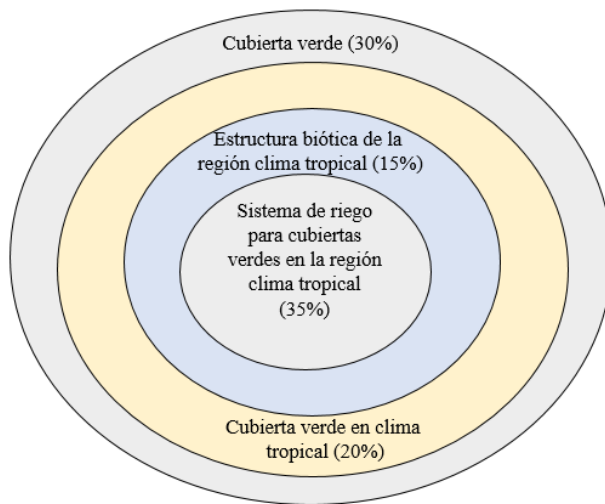
región clima tropical, se puede identificar que en su mayoría se encontraron temáticas, en los últimos cinco (5) años, teniendo en cuenta su núcleo temático y la correlación entre las temáticas (figura 1).



*Figura 1.* Relación de la revisión bibliográfica

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se puede entender que las temáticas guardan relación unas de otras, así como cubiertas verdes es un todo y es un conjunto que puede incluir a las demás de forma secuencial, es por ello que al identificar la relación que existe entre ellos, puede reconocerse que aunque haya mayor cantidad de referentes encontrados sobre sistema de riego en cubiertas verdes en la región de clima tropical (35%); los referentes de cubiertas verdes son un núcleo temático que permite realizar una debida delimitación.



*Figura 2.* Relación entre referentes

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se puede analizar, que en esta figura se demuestran los 4 temas tratados a lo largo de la revisión documental. Donde uno depende del otro, es decir, la que se encuentra en el conjunto más grande (cubierta verde) pertenece al aspecto general hasta llegar a lo específico (sistema de riego) la cual las cubiertas verdes están compuestas por la estructura biótica de la región climática tropical, incluyendo los sistemas de riego, y este a su vez genera un impacto positivo en la estructura biótica de la región tropical, donde existen diferentes métodos, así como el uso de la tecnología en los distintos procesos de la preservación del medio o los procesos de automatización, permiten que se desarrolle el proceso de conservación mucho mejor en mayor medida. Generando una relación de un tema con otro, para así dar una solución apropiada para una cubierta verde, partiendo del sistema de riego adecuado y apto para dicho clima (sabanaw), en conjunto con la vegetación dentro del mismo contexto climático tropical y así contemplar una cubierta verde sustentable.



## Conclusión

Con el pasar de los años, el hombre ha aumentado la utilización de diversas y nuevas tecnologías, como en este caso el diseño, elaboración y construcción de techos verdes, como opción para el mejoramiento de sensación interna y agradable de las viviendas. Además de otros beneficios para nuestro entorno, puesto que contribuyen resultados positivos para nuestro ecosistema, y a su vez, genera bienestar y confort a sus habitantes. Existen otros procesos o técnicas para tratar los cambios climáticos, en este caso las altas temperaturas, ya que hablamos de una zona de climatización tropical sabanas aw , donde el calor alcanza elevados grados centígrados de temperatura, disminuyendo dichos grados de calor por medio de métodos de transpiración, que tiene como objetivo reducir la temperatura interna y externa del inmueble, para que en definitiva, la vegetación mejore la eficacia del aire, destituyendo sus contaminantes y tomando las partículas en sus hojas. Por esta razón, las cubiertas verdes obtienen más afirmación como una técnica nueva y natural que por su valor ecológico sustentable, ayuda a enfrentar de alguna manera los efectos del cambio climático y los inconvenientes ambientales más habituales en el entorno urbano.

El uso de las cubiertas verdes genera un impacto positivo en la sociedad cuyos beneficios sociales generan una mejora en la condición de vida, la percepción urbanística, el aprovechamiento del entorno y la creación de micro-nichos de flora y fauna que fortalecen el lazo del hombre con la naturaleza, sobre todo, funcionando como un vínculo cultural y un regulador de la temperatura en la ciudad, que a través de los años van causando un incremento en la temperatura en las zonas urbanas.

Teniendo en cuenta todo el análisis obtenido a través de la revisión, se puede llegar a una aproximación inferencial que indica que para el contexto climático tropical sabanas aw según koppen.

El cual supone a todas las regiones ubicadas en África, Brasil, Bolivia y México, en donde se encuentra la porción regional del Caribe colombiano, en la subregión sabanas donde se ubican en las ciudades de Barranquilla, Cartagena, Guayaquil, Rio de Janeiro, entre otros.

Atendiendo a esta contextualización se infiere, dadas las características que supone esta región climática, que una de las mejores alternativas es el sistema de riego por goteo a través de arduinos o sistemas semicontrolados inteligentes, debido al tipo de vegetación implementada para esta zona como lo son: los helechos, aptenia o rocío, alternantera y lagrimita de ángel, ya que este tipo de vegetación logra adaptarse a cualquier biotipo del clima tropical.

El riego por goteo permite mantener el agua constante en el sistema sin sobrecargarlo de humedad, permitiendo que el abono se encuentre en estados óptimos y por ende se evita el deterioro de la vegetación, además el bajo sobrecargo de agua disminuye el peso estimado de la cubierta evitando el desarrollo de grandes cargas estructurales para la edificación, asunto que la mayoría de las veces aumenta el costo de la misma.

Por otro lado, el uso de las cubiertas verdes en las edificaciones se constituye en la actualidad como un hecho tendencial de la arquitectura sustentable, que propende mayormente por generar cualidades estéticas a las edificaciones y un aporte directo al ambiente, sin embargo, los altos costos de implementación y mantenimiento generan problemas al momento de decidir la instalación debido a que aumenta considerablemente el presupuesto de la edificación.

### Referencias Bibliográficas

- Abarca, M. y Rojas F. (2016). *Sistema de riego automático y autosustentable*. Colegio indoamericano S.C. Recuperado de <http://vinculacion.dgire.unam.mx/Memoria-Congreso-2016/trabajos-ganadores-05/1.pdf>.
- Abouthaus. (2019). *Beneficios, funcionamiento y como construir un techo verde*. Recuperado de <https://about-haus.com/beneficios-construir-un-techo-verde/>.
- Apaza, D. y la Torre, I. (2017). *Diseño de implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad del suelo con tecnología arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Recuperado de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5970/Apaza\\_Mamani\\_Darwin\\_Fra\\_y\\_La\\_Torre\\_Javier\\_Irvin\\_Jhons.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5970/Apaza_Mamani_Darwin_Fra_y_La_Torre_Javier_Irvin_Jhons.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- BCN. (2018). *Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes*. Barcelona. Recuperado de <https://zinco-cubiertas-ecologicas.es/actividades/images/Guia%20de%20azoteas%20vivas%20y%20cubiertas%20Overdes.pdf>.
- Beltrán, A., Vargas, M., Pérez, A. y García, J. (2014). *Confort térmico de techos verdes con Cissus verticillata (Vitaceae) en viviendas rurales tropicales*. Revista Mexicana de Ciencia Agrícola.
- Bolaños, T. y Moscoso, A. (2011). *Ambiente y Desarrollo*; Bogotá. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

- Carrazón, J. (2007). *Manual práctico para el diseño de sistemas de miniriego*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-at787s.pdf>.
- CEAPA. (2015). *Cómo promover el cuidado y el respeto del medio ambiente desde la familia*. España. Recuperado de [https://www.ceapa.es/sites/default/files/uploads/ficheros/publicacion/encarte\\_como\\_promover\\_el\\_cuidado\\_y\\_respeto\\_del\\_medio\\_ambiente\\_desde\\_la\\_familia.pdf](https://www.ceapa.es/sites/default/files/uploads/ficheros/publicacion/encarte_como_promover_el_cuidado_y_respeto_del_medio_ambiente_desde_la_familia.pdf).
- Collado, E. (2016). *Sistema de Riego Inteligente para Optimizar el Consumo de Agua en Cultivos en Panamá*. Recuperado de [http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/full\\_papers/FP74.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/full_papers/FP74.pdf).
- Cortés, A. (2014). *Identificación de plantas de crecimiento espontáneo encontradas en techos de las localidades de Bosa y La Candelaria (Bogotá, Colombia) y su posible uso en diseño de techos verdes*. Bogotá.
- De la Rosa, C. (2015). *Cubiertas vegetales en la región del caribe. Caso de estudio: Viviendas sociales de la República Dominicana*. Barcelona. España.
- Forero, C., Devia, C. (2005). *Sistema productivo de techos verdes en comunidades vulnerables. Estudio de caso en el barrio La Isla, Altos de Cazucá en Soacha, Cundinamarca*. Ambiente y desarrollo. Bogotá.
- García, D. (2001). *Introducción a la construcción arquitectónica*. Edificio y cubiertas. E.t.s.a. Sevilla.
- García, E. (2014). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. UNAM. 6.

- Hayas, A. (2017). *Optimizando el potencial de techos verdes para la rehabilitación energética de edificios: interacción entre sustratos reciclados, propiedades hídricas y eficiencia energética*. Universidad de Córdoba.
- Hodo-Abalo, S., Banna, M. y Zeghmati, B. (2012). *Performance analysis of a planted roof as a passive cooling technique in hot-humid tropics*. *Renewable Energy*, 39(1):140-148.
- Hunter industries. (2016). *Soluciones de riego para techos verdes*. Componentes del sistema de riego. Recuperado de [https://www.hunterindustries.com/sites/default/files/br\\_greenroof\\_es.pdf](https://www.hunterindustries.com/sites/default/files/br_greenroof_es.pdf)
- Liotta, M. (2015). Riego por goteo. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_manual\\_riego\\_por\\_goteo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf).
- Londoño, K. y Mera, D. (2015). *Implementación de vegetación para el confort térmico y la Eficiencia energética, en la vivienda social de Cali*.
- Ojembarrena, J., Chanampa, M., Vidal, P., Aragonés, R., Oliveiri, F., González, F. y Bedoya, C. (2009). *Sistemas vegetales que mejoran la calidad ambiental de la ciudad. La Serena – Chile*. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n42/ab-mcha.html>.
- Osuna, I., Herrera, C. y López, O. (2018). Techo plantado como dispositivo de climatización pasiva en el trópico. *Revista de Arquitectura*, 19(1), 42-55.
- Pulido, B. (2016). *6 ejemplos de tejidos verdes que sorprenden* Infinitylab. Recuperado de <http://infinitylab.net/arquitectura/782/6-ejemplos-de-tejados-verdes-en-arquitectura-sostenible%20https://www.archdaily.com.br/br/01-49352/container-guest-house-poteet-architects>

- Núñez, V. (2014). *Diseño de un sistema de riego asistido de hardware arduino*. Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Santos, L., de Juan, J., Picornell, M. y Tarjuelo, J. (2010). *El riego y sus tecnologías*. Recuperado de [http://crea.uclm.es/crea/descargas/\\_files/El\\_Riego\\_y\\_sus\\_Tecnologias.pdf](http://crea.uclm.es/crea/descargas/_files/El_Riego_y_sus_Tecnologias.pdf).
- Soto, A. (2017). *Guía básico de plantas ornamentales para el diseño de jardines de interiores y exterior para clima templado*. Univeridad Rafael Landívar. Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/03/12/Soto-Astry.pdf>
- Tarrida, M. (2010). *Aprender sobre las cubiertas verdes urbanas a través del caso augustemborg*. UPC. Recuperado de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13548/Tarrida,%20Mar%C3%A7al\\_Tesina.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13548/Tarrida,%20Mar%C3%A7al_Tesina.pdf)