



Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año

Datos generales del Proyecto

Código del proyecto: 3143			
Título del proyecto: Manejo de la Arborización en el Control Climático			
Facultad o Instituto Académico: Artes integradas			
Departamento o Escuela: Departamento de Proyectos – Escuela de Arquitectura			
Grupo (s) de investigación: Flora Urbana			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Stella Herrera Hurtado	12 meses	6 horas / semana
Coinvestigadores	Jairo Marín Barragán	7.90 meses	6 horas / semana
	Claudia Patricia Abella Echeverri	8.50 meses	4 horas / semana
Otros participantes			

1. Resumen ejecutivo:

La valoración de la arborización rara vez es considerada cuando se propone llevar a cabo un proyecto arquitectónico o urbano. Sin embargo, el árbol ejerce un papel fundamental en la planificación de las ciudades porque proporciona grandes beneficios ambientales con el establecimiento de microclimas, amortiguación de contaminantes, control de erosiones, protección de aguas; lo que repercute en los aspectos socioculturales, siendo el más importante el del confort humano.

Existe una interacción entre el hombre y el ambiente. El ciudadano es parte integral del paisaje. El cúmulo de sensaciones que produce un ambiente, ya sean positivas o negativas determina en el hombre una conducta específica con la cual éste desarrolla sus relaciones de convivencia.

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.



La construcción del paisaje urbano ambientalmente sano, parece haber perdido importancia en el trabajo de diseñadores del espacio público de las ciudades. El árbol se utiliza solo con interés de “llenar los vacíos”, a veces con fundamentos estéticos, pero casi nunca con el ánimo de producir o modificar microclimas, tampoco de evaluar la calidad de confort térmico y paisajístico de los diseños.

El presente trabajo, proporciona un documento que relaciona y caracteriza los árboles que pueden ser seleccionados para el uso del espacio público en Cali, en cuanto a la producción de microclimas y de condiciones perceptuales positivas con lo cual es posible proporcionar confort y bienestar humano.

Es una guía que proporciona el reconocimiento del árbol como elemento estructurante de la calidad del espacio exterior. Plantea una metodología para seleccionar la vegetación arbórea en el proyecto urbano paisajístico y un modelo para el manejo de la arborización que puede ser aplicado en cualquier contexto urbano.

El trabajo, es un proyecto de investigación del grupo “la Flora Urbana” de la Especialización en Paisajismo de la Universidad del Valle, realizado para la ciudad de Cali.

2. Síntesis del proyecto:

MANEJO DE LA ARBORIZACIÓN EN EL CONTROL CLIMÁTICO

Las condiciones del medio físico y sus interacciones son recibidas a través de los sentidos como estímulos, produciendo sensaciones que son positivas o negativas. Estas percepciones están relacionadas con el medio sociocultural donde las personas se han desarrollado y se expresan en forma de confort o discomfort.

El confort es una sensación psico - perceptual agradable que siente el ser humano en un ambiente determinado, y su especificidad es determinada por el sentido con que se relaciona. El sentido térmico, la vista y el oído, son los evaluadores naturales del confort térmico, visual y sonoro respectivamente. Pero los tres, producen la evaluación del sitio y su condición de aceptabilidad. La imagen negativa de un lugar y la manera incomoda como se pueden desarrollar las actividades en él, producen rechazo, indiferencia, falta de sentido de pertenencia con los consecuentes problemas sociales que vemos en la ciudad.

El hombre requiere vivir en un ambiente equilibrado que produzca sensaciones agradables para mantener su equilibrio y su sana convivencia. Las ciudades, poseen



una serie de espacios públicos de tipo recreativo que presentan poco uso debido a los diseños con malas condiciones espaciales, ambientales y de mantenimiento.

El tiempo libre y de ocio se vive en los centros comerciales. Las comunidades requieren de espacios exteriores dirigidos al desarrollo físico, emocional e intelectual, en razón al deterioro social, la necesidad de educación ambiental y de sentido de pertenencia.

La mayoría de las ciudades colombianas, han perdido la rica biodiversidad propia del trópico, debido primordialmente a la falta de conciencia sobre el bienestar colectivo que produce el verde de los espacios abiertos. El reemplazo de las zonas verdes por grandes superficies duras en razón a la modernización y a la excusa de la necesidad del poco mantenimiento, ha tornado las ciudades en zonas áridas desprovistas de arborización o con hileras de árboles aislados que casi nunca son seleccionados en razón a las necesidades del sitio no a las condiciones de confort del usuario.

No es un acierto considerar la arborización solo bajo criterios ornamentales y de lleno de vacíos. El árbol como parte de un ecosistema, se convierte en hábitat natural de la fauna; en un elemento del equipamiento urbano y en un elemento de servicio público, porque cumple funciones bioclimáticas, paisajísticas, de seguridad y sostenibilidad social.

La valoración de los recursos naturales y del bioclimatismo debe ser considerada como una variable deseable en las ciudades. La forma de vida actual, que desarrolla el creciente deterioro ecológico, requiere de cambio de paradigmas que reclamen una nueva forma de planificación urbana donde los elementos naturales sean elementos estructurantes del diseño, con funciones destinadas a lograr la satisfacción de la población, la habitabilidad humana y el libre desempeño de las actividades en condiciones de confort.

Vale la pena reflexionar sobre la siguiente pregunta: **¿El confort climático obtenido a partir del manejo de la arborización en el diseño urbano, influye en el uso adecuado y sostenibilidad del espacio exterior de las ciudades?**

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Construir un documento técnico que especifique el comportamiento térmico de los árboles representativos del paisaje de Cali, que brinde las pautas para su manejo en el espacio público.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.



- Conformar un archivo con datos que proporcionen información sobre la calidad climática del espacio exterior en relación al manejo del material vegetal arbóreo en el diseño.
- Diseñar y aplicar un instrumento técnico para cuantificar y cualificar el confort térmico de espacios abiertos.
- Elaborar una relación de especies arbóreas aptas para resolver problemas de confort térmico en el espacio exterior.
- Elaborar un archivo con fichas botánico-paisajistas de las especies estudiadas en la investigación.
- Elaborar el material para la publicación del documento **“Pautas de manejo de la arborización para la obtención del confort climático en el espacio público”**.
- Determinar la percepción de confort climático en los usuarios de diferentes espacios públicos mediante entrevistas y observación directa.
- Determinar la percepción de la comunidad sobre la arborización y su papel en la calidad ambiental del espacio público.

METODOLOGÍA

ETAPA DE INFORMACIÓN PRELIMINAR.

a. Información básica

- Localización del área de estudio.(La ciudad de Cali)
- Recopilación de información bibliográfica.
- Disposiciones normativas sobre el manejo del árbol en la ciudad de Cali.

b. El espacio público.

- Selección y localización de los espacios exteriores urbanos a analizar térmicamente (#5).
- Evaluación térmica. (aplicación del método cuantitativo) Medición de variables climáticas en los espacios estudiados teniendo como base las variables: Temperatura, Humedad, Vientos, Temperatura media radiante, actividades realizadas y tipo de vestimenta usado para la realización de dichas actividades.
- Evaluación del confort humano en los espacios seleccionados (entrevistas) método cualitativo - comparativo.
- Resultados obtenidos. Conclusiones.
-



c. Los árboles.

- Selección de especies representativas del paisaje de la ciudad.
- Selección de los árboles para el caso de estudio.
- Identificación de áreas para localización de especies seleccionadas.
- Mediciones de variables climáticas en los árboles seleccionados a partir de los efectos de la radiación, humedad, viento y temperatura media radiante.

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN.

- Análisis del confort térmico en los espacios estudiados.
- Análisis de la función climática de los árboles seleccionados.
- Análisis estadísticos de las entrevistas realizadas para reconocer los grados de satisfacción e insatisfacción del usuario en los espacios estudiados.
- Definición de los índices de confort humano en los espacios estudiados.
- Comparación de los niveles de confort según resultados.

ELABORACIÓN DE DOCUMENTO. RESULTADO FINAL

- Elaboración del documento final, relación de resultados comparativos que contienen las diferenciaciones y conclusiones sobre el comportamiento de la vegetación en relación a la producción de confort climático en el espacio exterior urbano de Cali.
- Elaboración de relación de árboles para uso del confort humano y su función en el espacio exterior urbano de Cali.
- Planteamiento del modelo de simulación para lograr el confort humano en uno de los espacios exteriores con mayor porcentaje de desconfort.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

CONFORT CLIMÁTICO EN EL ESPACIO PÚBLICO

- Debe existir una diferenciación clara entre los conceptos de Confort Térmico y Confort Humano, cuando se trata de especificar la calidad ambiental del espacio abierto. Esta afirmación se produce en razón a que los resultados obtenidos por medio del método cuantitativo, determinan mediciones térmicas que se traducen en un porcentaje alto de personas insatisfechas y un tiempo limitado de permanencia en los lugares estudiados sin afectación a la salud del usuario, es decir que estos sitios no gozan de las cualidades ambientales mínimas respecto al confort térmico. Por otra parte, el método cualitativo establece preferencias a partir de elementos diferentes a las condiciones térmicas, estableciendo la predilección del espacio a partir de cualidades sensoriales. Es así como las condiciones físicas y estéticas de los escenarios para el desarrollo de actividades priman sobre las condiciones térmicas en la escogencia del lugar. Por lo anterior, el diseñador del espacio público deberá considerar en su proyecto tanto las determinantes físicas y estéticas estimadas como de mayor importancia por el



usuario, como las condiciones de confort climático que permitan la creación de un espacio ambientalmente sano.

- Las mediciones de confort térmico analizadas en diferentes espacios públicos de la ciudad arrojan resultados críticos para el confort humano, esto se debe a que los espacios endurecidos, como son la mayoría de espacios públicos de Santiago de Cali, no incluyen en su concepción físico espacial la idea de protección solar para un clima como el que caracteriza esta ciudad.

En el diseño y construcción de los espacios públicos de la ciudad no son considerados los materiales de construcción, el recorrido del viento y la selección pertinente de la vegetación, elementos característicos del paisaje caleño, para maximizar la calidad sensible de los espacios.

- El método cualitativo plantea que la percepción de seguridad es un factor determinante en la selección de uso del espacio público, de manera que los elementos seleccionados para mitigar los impactos negativos en el confort térmico (arborización, apergolados, pantallas, entre otros), no deben estar dispuestos de manera que generen barreras físicas o visuales que eviten ejercer un control social del lugar.

EL ÁRBOL EN EL CONFORT CLIMÁTICO

- Las mediciones aplicadas a los espacios utilizando el método cuantitativo, establecen la mayor calidad de confort térmico en espacios que poseen alta densidad arbórea independiente del material del plano base.
- Los espacios con cobertura arbórea baja o inexistente presentan mediciones negativas de confort térmico, independientemente del material de su plano base (duro o blando). Por lo anterior se concluye que la existencia del árbol en el espacio público es fundamental, pues es la mejor alternativa para una óptima calidad ambiental, ya que el éste, además de sombra, aporta humedad al espacio, mejorando las cualidades en entornos cálidos y secos como el de la ciudad de Santiago de Cali.
- El método cualitativo determina con mayor énfasis la importancia del árbol en el espacio público, pues el total de la población entrevistada, en esta investigación, considera el árbol fundamental en la calidad del espacio público, no solo en términos climáticos sino en su aporte estético y ecológico.
- En términos generales para el manejo del árbol en el espacio público, el tema de la morfología (silueta, altura y diámetro de copa) es el mayor determinante en la definición de las preferencias por su valor climático y estético, seguida de la floración por el gran impacto visual que da al espacio. Al mismo tiempo las mayores restricciones para el uso del árbol identificadas por la población entrevistada corresponden al sistema radicular



(raíces superficiales) y a la caducidad del follaje (caída de hojas).

ESPECIES REPRESENTATIVAS DE SANTIAGO DE CALI Y SU FUNCIÓN CLIMÁTICA EN EL ESPACIO PÚBLICO

- Los árboles con menor capacidad de transmitancia, que serían las especies óptimas para el uso en el espacio público desde la perspectiva climática (*Bauhinia purpurea* y *Manguifera indica*), deben ser ubicados teniendo en cuenta las características específicas que pueden ser generadoras de conflicto en el espacio público, alta densidad de follaje que es causante de barreras visuales o físicas produciendo sensación de inseguridad, la presencia de frutos y flores sobre andenes transitables que es posible causa de accidentes, la excesiva sombra sobre zonas verdes que evita el crecimiento de especies cobertoras.
- Las especies arbóreas con mayor capacidad de transmitancia no tienen una función climática óptima en el espacio público, sin embargo pueden ser usadas como elementos de referencia y legibilidad del mismo, a partir de su altura, floración, forma, entre otros.
- Esta investigación establece que la consideración de los aspectos cualitativos y cuantitativos en la selección arbórea, fundamentales para lograr un alto nivel de confort humano en el diseño del espacio público, es de tal complejidad que requiere del estudio específico de cada caso, evitando la generalización que los diversos manuales de manejo de arborización establecen. Estos manuales son un valioso insumo para el estudio de caso que permite la selección de las especies.
- Para la selección apropiada de las especies arbóreas en el espacio público se deben considerar con igual jerarquía, los valores de capacidad de transmitancia de la especie, sus características físicas, restricciones de uso y preferencias sociales.



3. Productos:

Tabla No. 1. **Cantidad y tipo de productos pactados en el Acta de Trabajo y Compromiso y productos finalmente presentados**

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Productos de nuevos conocimientos				
Artículo completo publicado en revistas A1 o A2				
Artículo completo publicados en revistas B				
Artículo completo publicados en revistas C	2		Elaborados sin publicar	
Libros de autor que publiquen resultados de investigación				
Capítulos en libros que publican resultados de investigación				
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados				
• Prototipos y patentes				
• Software				
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial				
Normas basadas en resultados de investigación				
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis	No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis
Estudiantes de pregrado	2	1	2	1
Semillero de Investigación				



TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Estudiantes de maestría				
Estudiantes de doctorado				
Productos de divulgación				
Publicaciones en revistas no indexadas				
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
Propuesta de investigación	1	1		
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.				

Tabla No. 2. Detalle de productos.

Tipo de producto:	ARTÍCULO
Nombre General:	Revista Apuntes – Universidad Javeriana
Nombre Particular:	EL ÁRBOL EN EL CONTROL CLIMÁTICO EN EL ESPACIO PÚBLICO
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, noviembre de 2013
Participantes:	STELLA HERRERA HURTADO
Sitio de información:	Biblioteca Central – Universidad del Valle
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Flora Urbana



Tipo de producto:	ARTÍCULO
Nombre General:	Revista de Ingeniería de los Recursos Naturales y del Ambiente - Universidad del Valle - Eidenar
Nombre Particular:	EL PAISAJE PATRIMONIO CULTURAL: <i>EL ARBOL EN EL PAISAJE DE CALI</i>
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, febrero de 2014
Participantes:	STELLA HERRERA HURTADO
Sitio de información:	Biblioteca Central – Universidad del Valle
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Flora Urbana

Tipo de producto:	PONENCIA EVENTO NACIONAL
Nombre General:	IV Encuentro Nacional de Silvicultura Urbana - CVC
Nombre Particular:	EL ÁRBOL EN EL CONTROL CLIMÁTICO EN EL ESPACIO PÚBLICO
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, octubre 23 de 2013
Participantes:	STELLA HERRERA HURTADO
Sitio de información:	Centro de Documentación Especialización en Paisajismo Universidad del Valle
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Flora Urbana



Tipo de producto:	PONENCIA EVENTO INTERNACIONAL
Nombre General:	Simposio Internacional Construcción de Nuevas Ciudades Verdes – Fundación Entorno.
Nombre Particular:	EL ÁRBOL EN EL CONTROL CLIMÁTICO EN EL ESPACIO PÚBLICO
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, agosto 05 de 2013
Participantes:	STELLA HERRERA HURTADO
Sitio de información:	Centro de Documentación Especialización en Paisajismo Universidad del Valle
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Flora Urbana

Tipo de producto:	TRABAJO DE GRADO – FACULTAD DE ARQUITECTURA
Nombre General:	
Nombre Particular:	Proyecto: Paseo Ecológico Cañaveralejo. – Corredor Verde -
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, agosto 17 de 2014
Participantes:	JULIANA AHUMADA DAZA – Autora JESSICA BELTRÁN CARDONA - Autora STELLA HERRERA HURTADO - Directora
Sitio de información:	Biblioteca Central – Universidad del Valle
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Flora Urbana



4. Impactos actual o potencial:

ACADEMICO.

Producción de un documento guía para manejo del árbol en el control climático, aportando nuevo conocimiento sobre la vegetación arbórea y su función climática.

PRODUCTIVO.

La investigación racionaliza el uso del árbol de acuerdo a su función del espacio público de acuerdo al aprovechamiento de cada uno de los elementos vegetales descritos en el proyecto, de esta manera se hará un aporte a los sectores asociados a la producción, uso y mantenimiento de la vegetación igualmente será de gran utilidad para la administración pública en las áreas relacionadas con la temática.

SOCIALES. El adecuado manejo de la vegetación arbórea en el espacio público tendrá como impacto un mejor acondicionamiento ambiental del mismo, y por tanto dará una mejor calidad del espacio y calidad de vida a la población.

EDUCATIVO.

La investigación aportará en la formación de los estudiantes del programa de Especialización en Paisajismo como también a profesionales en áreas de las ciencias ambientales.

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:

Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones

Por favor presente su informe impreso y en formato digital en hoja tamaño carta, letra arial 11, con espacios de 1 1/2