

INCIDENCIA DEL ARBOLADO EN EL POTENCIAL BIOCLIMATICO DE ENTORNOS URBANOS EN ZONAS ARIDAS

M. Alicia Cantón - Carlos de Rosa - J. Luis Cortegoso
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - CRICYT
Mendoza c.c. 131 5500 Mendoza

RESUMEN

La presencia del arbolado como elemento dominante del paisaje urbano es una realidad común a muchas ciudades del oeste argentino y particularmente relevante en el caso de Mendoza. El beneficio ambiental producido por el arbolado ha sido descrito en términos cualitativos, en su función de moderador climático y purificador del aire. No existen aún en el país, estudios que hayan permitido cuantificar el impacto de la presencia del arbolado urbano en los aspectos microclimáticos en que incide.

El presente trabajo comprende un estudio de las especies más usuales en el medio urbano y un análisis teórico de especies factibles de ser incorporadas, que desde el punto de vista de la bioclimatología edilicia colaboren en el acondicionamiento térmico de edificios. Finalmente se expone el diseño de un método de medición para cuantificar la incidencia del arbolado en el aprovechamiento de uno de los recursos energéticos que ofrece el clima: la radiación solar.

1. INTRODUCCION

La presencia del árbol como elemento dominante del paisaje urbano es una realidad común a muchas ciudades del oeste argentino y particularmente relevante en el caso de Mendoza. El arbolado urbano actúa como moderador climático y purificador del aire, proporcionando numerosos beneficios ambientales.

Desde el punto de vista de la bioclimatología edilicia, específicamente en zonas áridas, la arboleda urbana modifica variables determinadas del microclima de la ciudad. Las más notorias son:

1. Disminución en verano del efecto de isla de calor y de la carga térmica de edificios.
2. Modificación de los campos de viento y la consecuente reducción en invierno de las pérdidas por infiltración.

Si bien los fenómenos mencionados representan un beneficio neto para el acondicionamiento térmico de edificios, la arboleda puede también resultar perjudicial disminuyendo o bloqueando el acceso a los recursos energéticos que ofrece el clima; éstos son:

1. Reducción de la radiación incidente sobre superficies colectoras en invierno.
2. Enmascaramiento parcial de la visión de la bóveda celeste, reduciendo el potencial de enfriamiento radiativo en verano.

- * Becaria de Iniciación CONICET
** Investigador Independiente CONICET
*** Profesional Adjunto CONICET

3. Modificación de los campos de viento, en particular de la brisa estival, reduciendo el potencial de enfriamiento convectivo nocturno.

El conocimiento cuantitativo de estas reducciones es imprescindible para optimizar el diseño bioclimático de edificios, en zonas urbanas arboladas. Una adecuada relación entre construcciones y ordenamientos arbóreos permitirá compatibilizar los beneficios que el árbol produce en el aprovechamiento óptimo de los recursos energéticos de la región.

El estudio del tema se realiza mediante un proyecto de investigación del programa de becas internas del CONICET, para el bienio 1988-1990. Sus objetivos son los siguientes:

1. Determinar teórica y experimentalmente la permeabilidad del arbolado a la radiación solar, en distintas épocas del año y horas del día.
2. Determinar teórica y experimentalmente la modificación de los campos de viento y la permeabilidad del follaje para las especies seleccionadas.
3. Determinar en base a los resultados obtenidos las reducciones del potencial bioclimático debido a la presencia del arbolado en medios urbanos.
4. Formular recomendaciones, elaborar herramientas para el cálculo de las reducciones e incorporar los resultados a los modelos de análisis desarrollados por la UTD, para determinar el acceso al sol y a las brisas.

El plan de trabajo previsto comprende las siguientes tareas:

1. Determinación por relevamiento de las especies más usuales y aptas en el medio urbano.
 - . Estudio de las especies: análisis y evaluación de su adaptabilidad a la localización urbana y a las condiciones del lugar.
 - . Elección de muestras.
2. Diseño de un método para realizar las mediciones en función del instrumental disponible.
3. Desarrollo de mediciones durante un ciclo anual sobre las muestras seleccionadas.
4. Procesamiento de los datos obtenidos.
5. Análisis y evaluación de resultados.
6. Incorporación de resultados a los modelos de análisis.

El presente informe de avance proporciona resultados y conclusiones de la primera etapa del plan de trabajo: relevamiento y selección de las especies arbóreas en el medio urbano y concluye con la exposición de los métodos de medición considerados para la segunda etapa.

2. ESTUDIO DE LAS ESPECIES MAS USUALES EN EL MEDIO URBANO

A. Determinación de las especies más usuales.

A.1. Selección de muestras en la zona de estudio.

La metodología empleada para situar la muestra en la zona de estudio fue la de un muestreo estratificado, dividiendo el área de Capital en estratos conforme al criterio utilizado en el PID Diseño Urbano Bioclimático:

- Distintas densidades poblacionales, con el objetivo de encontrar representadas distintas densidades de construcción según este criterio se definieron tres unidades muestrales:

5ta sección: Unidad de Baja densidad poblacional.

3ra sección: Unidad de Media densidad poblacional.

2da sección: Unidad de Alta densidad poblacional.

A.2. Recopilación, análisis y evaluación de datos.

Sobre dichas unidades muestrales fueron relevadas las especies arbóreas existentes lo que permitió determinar sobre un conjunto muestral de 2024 individuos, las especies más utilizadas en el medio urbano; correspondiendo a cada una los siguientes porcentajes:

Morus Alba						
Platanus Acerifolia						
Fraxinus excelsior						
Ulmus sps						
Acacia visco						
Fraxinus americana						
Helia azedarach						
Otras						
Especies	%	10	20	30	40	50

Figura 1: Relación porcentual de las especies arbóreas más usadas en el medio urbano.

B. Evaluación de la adaptabilidad de las especies.

El relevamiento ejecutado permitió detectar un significativo estado de deterioro de las especies. Esta situación responde al hecho que las especies han sido plantadas sistemáticamente a lo largo de las calles, en distintas épocas del desarrollo histórico de la ciudad, respondiendo a condiciones ecológicas diferentes a las actuales. Por lo tanto se generó la necesidad de estudiar el grado de adaptabilidad de las especies a:

B.1. La localización urbana.

B.2. las condiciones climáticas y de suelo del área en estudio a través de la definición de indicadores valorados y calificados en una escala reducida de 1 a 4 obteniendo resultados que demuestran que sólo el 57% alcanzó un valor superior a 3. Esto implica la necesidad de incorporar al medio, nuevas especies que se adapten a las condiciones ecológicas actuales y que atendiendo al objetivo del trabajo colaboren con el acondicionamiento térmico del edificio.

B.1. Estudio de especies factibles de ser incorporadas al medio urbano

A. Preselección de especies:

El método utilizado para abordar la gran cantidad de publicaciones sobre especies arbóreas fue el de los homólogos climáticos, mediante el cual se eligieron zonas de climas similares a la zona de estudio, dando lugar a un conjunto muestral de 69 especies.

B. Evaluación de especies:

Entiendo en cuenta el objetivo de este estudio y que el criterio de preselección adolece de limitaciones dado que, la delimitación de climas no toma en cuenta las variaciones climáticas locales, ni factores decisivos del suelo, se definieron indicadores:

B.0. En función del aprovechamiento de los recursos energéticos que ofrece el clima, aplicados al listado de especies con un carácter selectivo.

RECURSO	ESTRATEGIA	INDICADOR
De invierno	Acceso al sol	Tipo de hoja
		Volumen del ramaje
De verano	Control de la radiación	Densidad de copa
	Enfriamiento radiativo	Forma de copa
	Enfriamiento convectivo	Altura de copa
	Enfriamiento evaporativo	

B.O.: Definición de indicadores en función del aprovechamiento de los recursos energéticos.

Los resultados de esta evaluación proporcionaron dos alternativas en el uso de la vegetación como arbolado urbano:

- Especies para controlar radiación solar
- Especies para favorecer enfriamiento

B.1. En función de la localización urbana

B.2. En función de las condiciones climáticas y de suelo

<i>Aesculus hippocastanum</i>					
<i>Broussonetia papyrifera</i>					
<i>Celtis occidentalis</i>					
<i>Enterolobium contorsiliquum</i>					
<i>Juglans australis</i>					
<i>Juglans regia</i>					
<i>Koeberlinia paniculata</i>					
<i>Quercus robur</i>					
<i>Sterculia platanifolia</i>					
Especie	grado	2,50	3,00	3,50	4,00

Figura 2: Grado de adaptabilidad de las especies al medio urbano para controlar la Radiación Solar.

<i>Albizia julibrissin</i>					
<i>Eleagnus angustifolia</i>					
<i>Populus deltoides</i>					
<i>Populus alba euroamericana</i>					
<i>Ginkgo biloba</i>					
<i>Liquidambar styraciflua</i>					
<i>Salix alba var. calva</i>					
Especie	grado	2,50	3,00	3,50	4,00

Figura 3: Grado de adaptabilidad de las especies al medio urbano para favorecer el Enfriamiento.

Dado el alcance de este trabajo, se limita el estudio a recomendar especies dentro de un marco teórico, quedando sujetas a ensayos en vivero experimental y en condiciones reales de suelo.

3. ELECCION DEL METODO DE MEDICION

Teniendo en cuenta que el objetivo de esta etapa es evaluar la permeabilidad de los árboles a la radiación solar para diferentes especies, en distintas épocas del año y horas del día, es necesario realizar mediciones suficientemente precisas y confiables, además de representativas de lo que sucede en la totalidad del área sombreada por la copa de un árbol.

El método propuesto realiza un estudio comparativo de la radiación solar a cielo abierto, y la filtrada a través de la copa de las distintas especies. Esto requiere del uso de dos piranómetros tipo Eppley en la siguiente configuración:

- Un solarímetro de referencia fijo, ubicado a nivel de suelo y a cielo abierto, que mide la radiación solar global en plano horizontal.
- Un solarímetro bajo la sombra del árbol, también a nivel de suelo; en este caso el sensor se desplaza recorriendo todos los puntos de una grilla de 2 m², de manera de medir la radiación solar que atraviesa la copa.

Sobre esta configuración básica se elaboraron 4 variantes para su posterior evaluación:

1. Mediciones punto a punto: el sensor ubicado debajo de la sombra es desplazado en forma orientada según los ejes x e y de la grilla, midiendo un total de 100 puntos; en cada uno de los puntos el sensor es detenido para permitir la estabilización de la señal. Figura 4.

2. Mediciones continuas: el sensor sombreado se desplaza a velocidad constante a lo largo de uno de los ejes, midiendo continuamente durante el desplazamiento; esa medición se repite a intervalos regulares y paralelos hasta cubrir la totalidad de la grilla.

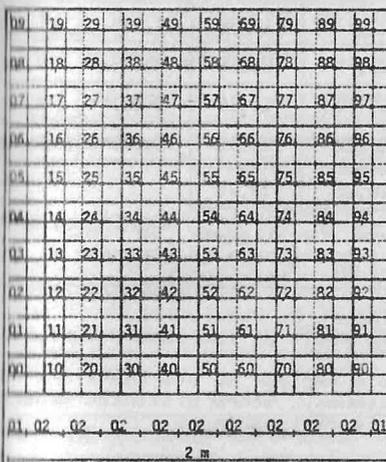


Fig. 4: Mediciones punto a punto

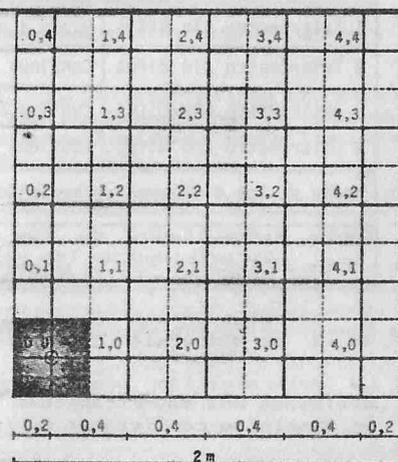


Fig. 5: Mediciones punto a punto con difusor

3. Mediciones punto a punto con difusor: las mismas mediciones del punto 1, se repiten cubriendo ambos sensores con un difusor de vidrio arenado de 40 cm² de superficie, ubicado a 12 cm por encima del sen-

sor, el cual permite homogeneizar la radiación incidente sobre el mismo. En este caso la grilla se modifica ligeramente como se observa en la figura 5, para que la radiación promediada por el difusor sea comparable con la obtenida en cuatro puntos del caso 1. El uso del difusor permite reducir considerablemente la cantidad de mediciones necesarias (25), y por consiguiente el tiempo total de muestreo.

4. Mediciones continuas con difusor: idem al caso 2, con el uso del difusor, son válidas las mismas consideraciones del caso 3.

4. CONCLUSIONES

El objetivo de las distintas mediciones es determinar cual de las variantes propuestas es la más aceptable, teniendo en cuenta la influencia de los factores mencionados al comienzo del punto 3.

Dado que se han realizado solo dos mediciones (en dos horas diferentes del mismo día), según las cuatro variantes propuestas, sobre una única especie, es prematuro determinar al momento presente, cual es el método óptimo. Los resultados obtenidos muestran una dispersión aceptable entre las distintas variantes, como se observa en la Tabla 1. Aparentemente las mediciones según la variante 4 (mediciones continuas con difusor) proporcionan resultados precisos, con la ventaja mencionada del menor tiempo de muestreo. Esta situación es importante para evaluar la permeabilidad del follaje, sin variación sustancial de las condiciones de medición.

Variantes de medición	Tipo de lectura	Permeabilidad med.*		Dispersión **	
		10 AM	12 AM	10 AM	12 AM
1 Solarímetro sin difus.	Punto a punto	22,97	19,39	1,142	1,028
2 Solarímetro sin difus.	Continua	28,74	22,26	0,913	0,896
3 Solarímetro con difus.	Punto a punto	26,70	18,16	0,983	1,096
4 Solarímetro con difus.	Continua	26,62	20,02	0,986	0,996
Media de los 4 valores de medición		26,25	19,95		

Tabla 1: Resultados de las mediciones realizadas: se observa la proximidad de los valores obtenidos para la variante 4, con los valores promedio de las cuatro estaciones.

* % relativo con respecto al solarímetro de referencia.

** % de dispersión con respecto a la media de las cuatro variantes.

La determinación precisa del método a emplear se efectuará una vez evaluadas una mayor cantidad de mediciones, sobre distintas especies en distintas condiciones de radiación a cielo abierto.

REFERENCIAS

1. Mattenci Silvia y Colma Aida: "Metodología para el estudio de la vegetación". 1982.
2. O'Neill S. and Brown R.: "Estimation of Radiant Energy under Winter Crowns of deciduous trees". Solar '87. 12th Passive Solar Proceedings".
3. Deedendron: "Arboles y arbustos de jardín en climas templados".
4. MOAA: "Monthly Climatic Data for the World".