

INFLUENCIA DEL ARBOLADO LINEAL COMO ELEMENTO REGULADOR DE LAS ALTAS TEMPERATURAS

Autores:

Consultor Ing. Agr. Carlos Anaya

Agencia de Protección Ambiental (Gerencia Operativa de Cambio Climático)

Introducción

A los efectos de comprobar en forma empírica el servicio que presta el arbolado de alineación de la Ciudad de Buenos Aires en relación a la amortiguación de altas temperaturas, se llevaron a cabo una serie de mediciones durante una jornada con sostenidas marcas térmicas.

El trabajo fue realizado en conjunto por la Fundación Ciudad y la Gerencia Operativa de Cambio Climático, con la colaboración de la Gerencia Operativa de Determinaciones Ambientales, ambas pertenecientes a APRA (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires).

En concordancia con una seguidilla de días con altas temperaturas entre fines de enero y principios de febrero de 2018, sin precipitaciones y con marcas térmicas en ascenso (temperaturas mínimas diarias de 25°C y máximas de 34°C), se hicieron el 7 de febrero una serie de mediciones a fin de evaluar la capacidad del arbolado como amortiguador térmico.

La presencia de edificios, construcciones y diferente mobiliario urbano proyectan sombra a determinada hora del día reduciendo la temperatura del entorno mientras que las superficies expuestas al sol, en función de los materiales y colores, absorben la energía calórica, la cual irradian al medio contribuyendo al efecto isla de calor indeseable para el bienestar y salud de la población.

El árbol urbano y en su conjunto el bosque urbano, cumplen un rol fundamental como reguladores de altas temperaturas, aspecto analizado en el presente caso, contra las consecuencias del cambio climático.

Por un lado, en virtud de la sombra generan una disminución de la temperatura al evitar el calentamiento de las superficies (solado, pavimento, muros, vehículos) que están bajo la cubierta arbórea y por otro, el proceso fisiológico de la evapotranspiración hace disminuir la temperatura de las hojas y del aire.

Desde el punto de vista económico es dable considerar el aporte en favor del ahorro de energía que el árbol significa; por ejemplo con la menor necesidad de uso de equipos de aire acondicionado, menor desgaste de pinturas y materiales expuestos o mayor durabilidad de pavimentos que en su

composición contienen hidrocarburos de cierta volatilidad, lo que ayuda a incrementar la vida útil redundando en menores costos.

Materiales y Métodos

Se hicieron muestreos tanto de temperatura ambiente como de superficies en 8 (anexo 1) estaciones cercanas dentro de la Comuna 1.

La temperatura ambiente se midió a 1,50 m. de altura, a nivel del cordón de la vereda, con un dispositivo Estación Meteorológica Davis de la Gerencia Operativa de Determinaciones Ambientales (APrA). Como temperatura de superficie se tomaron valores de solado claro de la vereda y pavimento oscuro con un termómetro infrarrojo marca y modelo Fluke 62 Mini.

A los efectos comparativos se tomaron calles con la misma posición cardinal (N-S) y (E-O) y con tipo de edificación similar, contrastando presencia o ausencia de arbolado.

Las mediciones se realizaron hacia el mediodía. Por cuestiones operativas y de indisponibilidad de más dispositivos de medición para realizar lecturas simultaneas, entre la primera y última estación muestreada hubo una hora de diferencia, comenzando la inicial a las 11.44 am y finalizando con la última a las 12.52 pm. Asimismo, a fin de observar variaciones de temperatura en superficie, cercanas al momento de la temperatura máxima alcanzada en el día, se hizo una segunda medición entre las 13.55 pm y las 14.25 pm, con una diferencia de 30 minutos.

En las estaciones 7 y 8 sólo se valoró temperatura de superficies en la segunda medición.

Las estaciones con orientación E-O al momento de la medición tenían sombra de la mano impar y en las de orientación N-S la insolación aumentaba hacia la vereda más cercana al río.

No se realizaron mediciones en las veredas sombreadas por la presencia de edificación a fin de no distorsionar el efecto árbol.

El grado de cobertura se estimó de forma subjetiva en función del porcentaje que las copas de los árboles cubrían la calle y las veredas.

Respecto a la altura de la edificación para tener en cuenta su influencia respecto a la sombra, se consideró como baja en el caso que el promedio de edificios en la cuadra fuera menor a 3 pisos y alta cuando superaba ese límite.

Resultados

Las Estaciones 1 y 2 (tabla 1) son similares en cuanto a la orientación cardinal, tipo de edificación y cobertura foliar (10%) y presentaron:

| | Temp. promedio aire | Diferencia | Temp. baldosa | Temp. promedio baldosa | Diferencia | Temp. pavimento | Temp. promedio pavimento | Diferencia |
|---------------|---------------------|------------|--------------------|------------------------|------------|--------------------|--------------------------|------------|
| BAJO CANOPIA | 32,9 | | 1° 34,2 2° 35 | 34,6 | | 1° 38,5 2° 53,1 | 45,8 | |
| FUERA CANOPIA | 42,0 | 9,1 | 1° 55,5 2° 60,9 | 58,2 | 23,6 | 1° 57 2° 63 | 60 | 14,2 |

Tabla 1: Análisis de temperaturas registradas en estaciones 1 y 2.

La temperatura del aire promedio entre ambas estaciones, debajo de la canopia de un árbol y fuera de la misma presentó 9,1°C de diferencia.

La temperatura de las baldosas de la vereda bajo la cubierta presentó una diferencia entre las temperaturas promedio de 23.6°C menos que las expuestas a los rayos solares, mientras que en el pavimento la diferencia fue de 14,2 °C.

Las Estaciones 3 y 6 (tabla 2) también tienen similitudes, en este caso en cuanto a la orientación cardinal, tipo de edificación y carencia de arbolado.

| | Temp. promedio aire | Diferencia | Temp. baldosa | Temp. promedio baldosa | Diferencia | Temp. pavimento | Temp. promedio pavimento | Diferencia |
|---------------|---------------------|------------|--------------------|------------------------|------------|--------------------|--------------------------|------------|
| BAJO CANOPIA | NC | | NC | | | NC | | |
| FUERA CANOPIA | 44,9 | NC | 1° 51,8 2° 57,2 | 54,5 | NC | 1° 56,8 2° 63,3 | 60,1 | NC |

Tabla 2: Análisis de temperaturas registradas en estaciones 3 y 6.

La temperatura del aire promedio entre ambas estaciones sin arbolado fue de 44,9 °C, la de las baldosas de 54,5 °C y la del pavimento de 60,05 °C. Los valores son similares a los relevados en las estaciones 1 y 2 fuera de la canopia, teniendo en cuenta que las mediciones se realizaron minutos más tarde.

Las Estaciones 5 y 8 (anexo 2) tienen en común la orientación cardinal que es N-S pero al momento de la medición la vereda y la calle de la 5 recibía sombra mientras que en la 8 incidían plenamente los rayos del sol.

Bajo la canopia de los árboles en ambas estaciones la temperatura de la baldosas (33,4 °C y 32,6°C- temperaturas 2da medición) y del pavimento (35,6°C y 34,4°C- temperaturas 2da medición) eran bastante similares, pero en la Estación 8 fuera de la canopia llegaron a valores de 47,8°C (baldosa) y 59,8°C (pavimento) respectivamente, esto significa una diferencia térmica de 15,2°C para la baldosa y de 25,4 °C para el pavimento.

En la Estación 5, al tener una cobertura del 80%, esas diferencias no se manifestaron.

Respecto a la temperatura del aire, los resultados de las mediciones que se hicieron bajo la copa de los árboles siempre fueron menores a las realizadas fuera de la copa de los mismos, presentándose la mayor diferencia en la Estación 1 con 11,5 °C, mientras que en las Estaciones 2 y 4 (anexo 2) la diferencia fue levemente mayor a los 6,5°C.

Con alta densidad de árboles (estación 5), la diferencia promedio entre las dos mediciones de temperatura de la baldosa y el pavimento bajo la canopia fue de 2,8°C, mientras que en la Estación 1 con baja densidad de árboles, la diferencia fue 15,7 °C.

Si analizamos el comportamiento de los materiales respecto al color, considerando los valores promedios de las mediciones de las 8 estaciones (anexo 2), las baldosas registraron una temperatura promedio de 34,3°C bajo la canopia y de 53,6 °C al estar expuestas, mientras que el pavimento registró en promedio 38,7°C bajo la sombra y 59.5°C fuera de la canopia.

Esto significa que el material mas claro tuvo un incremento térmico de 19,5°C mientras que el oscuro de 20.8°C.

Algún valor térmico no guarda relación con el resto de las mediciones y eso se debe a que hay factores que pudieron haber influido como por ejemplo el estacionamiento de algún vehículo previo a la determinación, lo cual tendría como consecuencia menor tiempo de irradiación sobre el pavimento y por lo tanto menor acumulación térmica (enfriamiento) o la influencia del sol en cuanto a su rotación. Ejemplo: en la estación 4, el promedio térmico de las dos mediciones del pavimento bajo cobertura es de 39°C y el de baldosas bajo cobertura es de 41,3. La lógica marca que el pavimento debería acumular mayor temperatura. El valor bajo valor de la primera medición de 34,6°C, distorsiona este razonamiento.

Si comparamos los valores de la superficie del pavimento de las segundas mediciones (anexo 2), las cuales fueron más tardías y por consiguiente con mayor acumulación térmica, observamos que en promedio hubo una diferencia de 20°C en favor del material sin cobertura.

Para los valores de baldosa (anexo 2) la diferencia fue de 21,8°C a favor de la no protegida por el arbolado. En línea con las temperaturas de superficie, la vereda con cobertura arbórea alcanzó temperaturas promedio de 34,3°C contemplando las dos mediciones, mientras que las que no tenían cobertura llegaron a 53,6°C. Respecto al pavimento, bajo cobertura arbórea la temperatura promedio de la superficie fue de 38,7°C y fuera de la cobertura arbórea de 59,5°C.

Conclusiones

En línea con trabajos publicados referidos a los servicios que ofrece el arbolado urbano, queda demostrado en este estudio la importancia que tiene el mismo como regulador o mitigador de la temperatura.

Se observaron diferencias tanto en la temperatura del aire como en las diferentes superficies a través de la presencia del árbol en la ciudad.

Los diferentes materiales en cuanto a composición y color han demostrado también un efecto diferencial en cuanto a absorción de energía y calentamiento superficial quedando por evaluar como este fenómeno físico influye sobre la temperatura ambiente.

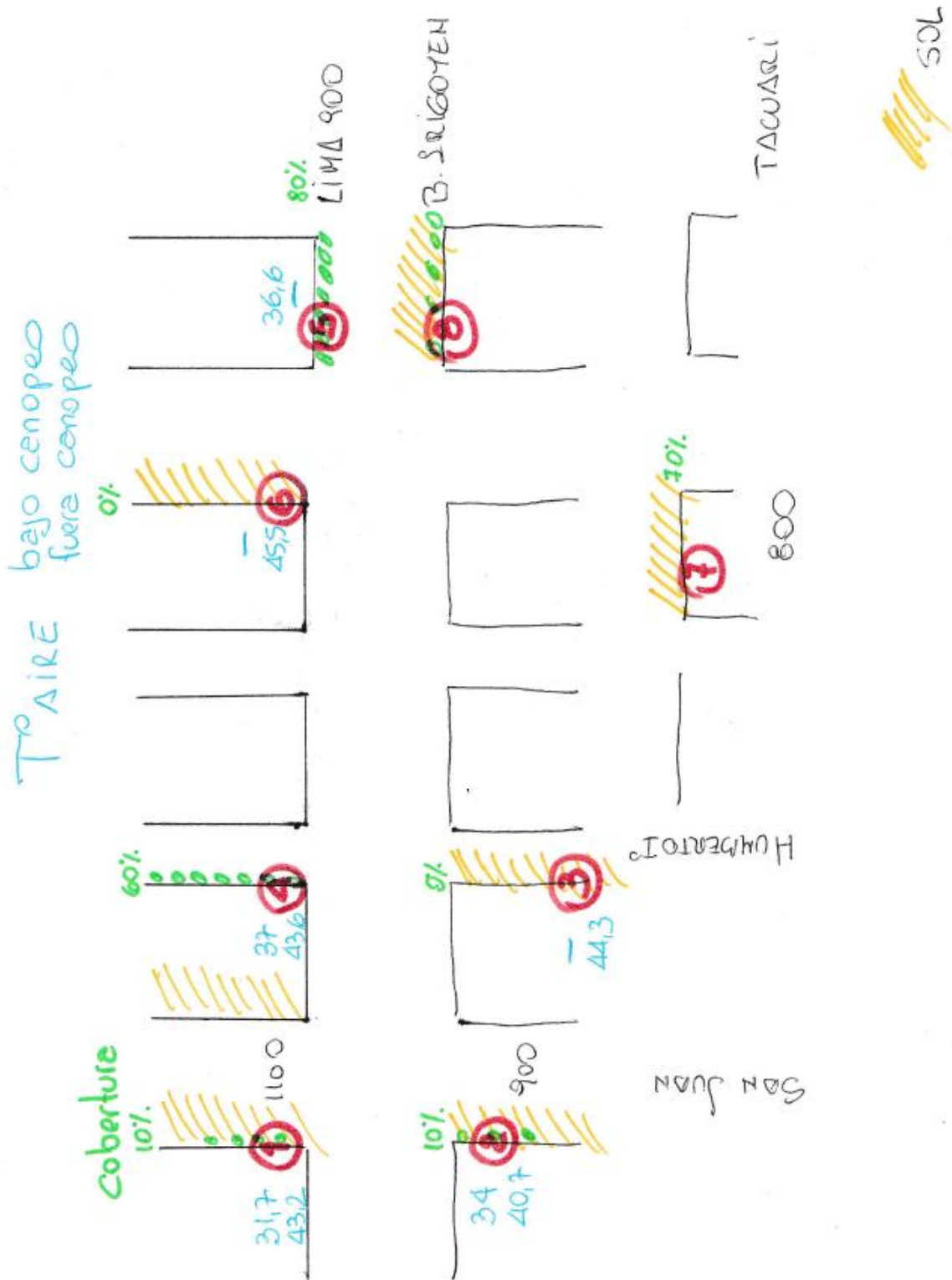
En las mediciones existieron factores que pudieron haber influido en los valores térmicos, siendo difícil en algunos casos separar cuanto se debió al efecto del arbolado y cuánto al de las construcciones por el sombreado.

Este constituye una primera aproximación al estudio de la regulación de la temperatura por parte del arbolado urbano en la Ciudad de Buenos Aires.

En futuros monitoreos se tratará incluir más estaciones, en diferentes zonas de la Ciudad, con mediciones en forma simultánea y comparando situaciones en alineaciones paralelas fuertemente arboladas y sin árboles.

Se concluye que la presencia de arbolado lineal crea microambientes de temperaturas más bajas, contrarrestando el fenómeno de la isla de calor urbana. Las altas temperaturas son perjudiciales para la salud, pudiendo provocar golpes de calor, influyendo principalmente en las poblaciones de riesgo (niños y adultos mayores).

Anexo 1: Plano del ensayo



ANEXO 2: Temperaturas registradas en las 8 estaciones

| | | T °C del aire | | | T°C de superficies | | | |
|---|------------------|---------------|--------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | Hora medición | bajo canopia | fuera canopia | baldosa clara bajo canopia | baldosa clara fuera canopia | pavimento bajo canopia | pavimento fuera canopia |
| ESTACION 1: Av. San Juan 1100 (vereda par) | | | | | | | | |
| 1° medición | | 11.44 am | 31,7 | 43,2 | 30,4 | 53,4 | 33,6 | 55 |
| 2° medición | | 14.05 pm | - | - | 31,2 | 59,2 | 59,4 | 60,4 |
| Orientación | E-O | | | | | | | |
| Ancho de vereda (m) | 3,2 | | | | | | | |
| Ancho de calle (m) | 21 | | | | | | | |
| Árboles | 12 | | | | | | | |
| % cobertura foliar | 10 | | | | | | | |
| Edificación | baja | | | | | | | |
| Especies dominantes | Fresno/Jacarandá | | | | | | | |
| Estado de la vereda: | Soleada | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|------------------|----------|----|------|------|------|------|------|
| ESTACION 2: Av. San Juan 900 (vereda par) | | | | | | | | |
| 1° medición | | 12.00 pm | 34 | 40,7 | 38 | 57,6 | 43,4 | 59 |
| 2° medición | | 14.15 pm | - | - | 38,8 | 62,6 | 46,8 | 65,6 |
| Orientación | E-O | | | | | | | |
| Ancho de vereda (m) | 3,2 | | | | | | | |
| Ancho de calle (m) | 19 | | | | | | | |
| Árboles | 7 | | | | | | | |
| % cobertura foliar | 10 | | | | | | | |
| Edificación | baja | | | | | | | |
| Especies dominantes | Fresno/Jacarandá | | | | | | | |
| Estado de la vereda: | Soleada | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|--|----------|----|------|----|------|----|------|
| ESTACION 3: Humberto I° 900 (vereda par) | | | | | | | | |
| 1° medición | | 12.13 pm | NC | 44,3 | NC | 50,4 | NC | 54,2 |
| 2° medición | | 14.18 pm | NC | - | NC | 58,8 | NC | 65,4 |

| | | | | | | | | |
|---------------------|------|--|--|--|--|--|--|--|
| Orientación | E-O | | | | | | | |
| Ancho de vereda (m) | 1,2 | | | | | | | |
| Ancho de calle (m) | 7 | | | | | | | |
| Árboles | 0 | | | | | | | |
| % cobertura foliar | 0 | | | | | | | |
| Edificación | alta | | | | | | | |
| Especies dominantes | - | | | | | | | |

Estado de la vereda: Soleada

| | | | | | | | | |
|--|------------|----------|----|------|------|------|------|------|
| ESTACION 4: Humberto 1° 1100 (vereda par) | | | | | | | | |
| 1° medición | | 12.27 pm | 37 | 43,6 | 45,8 | 48,6 | 34,6 | 52,4 |
| 2° medición | | 14.00 pm | | | 36,8 | 54,4 | 43,4 | 60,8 |
| Orientación | E-O | | | | | | | |
| Ancho de vereda (m) | 2,4 | | | | | | | |
| Ancho de calle (m) | 11 | | | | | | | |
| Árboles | 12 | | | | | | | |
| % cobertura foliar | 60 | | | | | | | |
| Edificación | baja | | | | | | | |
| Especies dominantes | fresno am. | | | | | | | |

Estado de la vereda: Soleada

| | | | | | | | | |
|--|------------|----------|------|----|------|----|------|----|
| ESTACION 5: Lima 700 (vereda impar) | | | | | | | | |
| 1° medición | | 12.52 pm | 36,6 | NC | 31,6 | NC | 35 | NC |
| 2° medición | | 13.55 pm | - | NC | 33,4 | NC | 35,6 | NC |
| Orientación | N-S | | | | | | | |
| Ancho de vereda (m) | 8,8 | | | | | | | |
| Ancho de calle (m) | 12 | | | | | | | |
| Árboles | 12 | | | | | | | |
| % cobertura foliar | 80 | | | | | | | |
| Edificación | alta | | | | | | | |
| Especies dominantes | ibira pitá | | | | | | | |

Estado de la vereda: · sombreada por edificación + sombra del arbolado

| ESTACION 6: Av Independencia 1100 (vereda par) | | | | | | | | |
|---|---------|----------|----|------|----|------|----|------|
| 1° medición | | 12.42 pm | NC | 45,5 | NC | 53,2 | NC | 59,4 |
| 2° medición | | 13.57 pm | NC | - | NC | 55,6 | NC | 61,2 |
| Orientación | E-O | | | | | | | |
| Ancho de vereda (m) | 1,6 | | | | | | | |
| Ancho de calle (m) | 16 | | | | | | | |
| Árboles | 0 | | | | | | | |
| % cobertura foliar | 0 | | | | | | | |
| Edificación | alta | | | | | | | |
| Especies dominantes | - | | | | | | | |
| Estado de la vereda: | Soleada | | | | | | | |

| ESTACION 7: Tacuarí 800 | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------|---|---|------|------|------|------|
| 1° medición | | | - | - | - | - | - | |
| 2° medición | | 14.20 pm | - | - | 30,2 | 50,6 | 31,8 | 59,8 |
| Orientación | N-S | | | | | | | |
| Ancho de vereda (m) | par 1,20; impar 3 | | | | | | | |
| Ancho de calle (m) | 7 | | | | | | | |
| Árboles en vereda par soleada | 0 | | | | | | | |
| % cobertura foliar | 70 | | | | | | | |
| Edificación | baja | | | | | | | |
| Especies dominantes | fresno | | | | | | | |

| ESTACION 8: B. de Irigoyen 700 | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|----------|---|---|------|------|------|------|
| 1° medición | | | - | - | - | - | - | |
| 2° medición | | 14.25 pm | - | - | 32,6 | 47,8 | 34,4 | 59,8 |
| Orientación | N-S | | | | | | | |
| Ancho de vereda (m) | 8 | | | | | | | |
| Ancho de calle (m) | 12 | | | | | | | |
| Árboles en vereda par soleada | 0 | | | | | | | |
| % cobertura foliar | 20 | | | | | | | |
| Edificación | baja | | | | | | | |
| Especies dominantes | fresno | | | | | | | |