

Propuesta para el análisis de cobertura del arbolado urbano. Caso de estudio: Pigüé, provincia de Buenos Aires¹

Proposal for the analysis of urban tree coverage. Case study: Pigüé, Buenos Aires province

Graciela María Benedetti, Valeria Soledad Duval, Alicia María Campo

gbenedet@ciba.edu.ar

Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Resumen

El arbolado en las ciudades es el principal elemento natural que estructura la biodiversidad en un medio construido. El estudio de las áreas verdes en los espacios urbanos tiene cada vez mayor importancia no sólo para los organismos de gestión sino también para los habitantes. El árbol se constituye en un bien público y la medición de la cobertura vegetal contribuye a planificar y gestionar las áreas verdes. Hay distintas metodologías que pueden ser aplicadas, pero una de las más eficaces es a través del I-Tree canopy, junto con la interpretación de imágenes satelitales. Esta metodología se aplica por primera vez, para el caso de la localidad de Pigüé, en la provincia de Buenos Aires y permite conocer los porcentajes de cobertura arbórea y de edificaciones u otros usos del suelo. El análisis del dosel arbóreo se complementa además con un censo de arbolado de alineación. Este estudio tiene como finalidad monitorear a futuro el progreso de la cobertura verde en distintos espacios geográficos

Palabras claves: arbolado urbano, dosel arbóreo, censo, manejo de áreas verdes.

Abstract

Trees in the cities are the main natural element that structure biodiversity in a built environment. The study of urban forestry in city areas is becoming increasingly important not only for the management in the public agencies but also for the inhabitants. Trees become a public element and measuring vegetation cover contributes to plan, regulate and improve green areas. There are different methodologies that can be applied, but one of the most effective is through the I-Tree canopy, along with the interpretation of satellite images. This methodology is applied, for the first time, to the case of Pigüé town in Buenos Aires province and reveals the percentage of tree cover buildings or other land uses. The analysis of the canopy is also complemented by an urban tree census. Overall, the study has the aim to monitor green coverage in different geographical areas.

Keywords: urban trees, canopy, census, management of green areas.

¹ Trabajo realizado en el marco del proyecto *Geografía Física aplicada al estudio de la interacción sociedad-naturaleza. Problemáticas a diferentes escalas témporo-espaciales*, dirigido por la Dra. Alicia M. Campo. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur. amcampo@uns.edu.ar y del Proyecto de colaboración entre Municipalidad del partido de Saavedra y la Secretaria de Obras y Servicios Públicos- Área Espacios Verdes, junto con el Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur.

Introducción: puesta en marcha de convenios de colaboración: municipio-universidad

El arbolado lineal de las calles y avenidas es dentro de las ciudades el principal elemento vegetal que estructura la biodiversidad en un medio construido. Por ello, el estudio de las áreas verdes en los espacios urbanos tiene cada vez mayor importancia no sólo para los organismos de gestión sino también para los habitantes. En el mes de marzo del año 2012, la municipalidad del partido de Saavedra y la Secretaría de Obras y Servicios Públicos- Área Espacios Verdes, junto con el Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur firman un convenio de colaboración para realizar el relevamiento del arbolado urbano lineal de la localidad de Pigüé.

Este convenio se enmarca en la premisa que define que el arbolado es parte fundamental de la sustentabilidad ambiental de las ciudades, el árbol es un bien público que debe ser cuidado y respetado y por ello la importancia de estos trabajos sobre la vegetación. A partir de ello, se logra una cuantificación de los recursos arbóreos existentes, siempre teniendo como meta final identificar aquellos lugares que son posibles de arborizar en función de incorporar al arbolado como una componente importante en el paisaje urbano.

Materiales y métodos

La cuantificación y estado del arbolado urbano de alineación se realizó mediante un inventario a partir de la recolección de datos en una planilla de censo de arbolado. La ejecución del inventario en el terreno se llevó a cabo durante los meses de otoño, primavera y verano entre los años 2012 y 2013. Un total de 251 manzanas fueron relevadas y se identificó para cada domicilio, primero la presencia o ausencia de arbolado y luego completó la planilla del censo con la siguiente información: género/especie y nombre vulgar, altura en metros, DAP (diámetro a la altura del pecho), condiciones de salud, tipo de recinto o cazuela, condiciones de crecimiento y otras observaciones del entorno urbano como por ejemplo la interferencia de cables.

Esta información de base fue la guía para aplicar después criterios de tipo integrales basados en cálculos volumétricos de vegetación que permitieron valorar más exactamente los espacios verdes existentes en las localidades. El fin último es diseñar planes de manejo o proyectos de arbolado para la mejora del medio ambiente construido en los medios urbanos.

En consecuencia, para valorar en forma cuantitativa y cualitativa los espacios verdes presentes se toma en cuenta, para este trabajo, la cobertura de la vegetación en la localidad de Pigüé. Para ello se utilizó el software libre denominado *I-Tree* desarrollado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA Forest Service (U.S.D.A Forest Service) para realizar distintos análisis y planificaciones de las áreas verdes en las ciudades de ese país. Esta herramienta está disponible para colaborar con las comunidades y lograr un mejor desarrollo y manejo de las áreas verdes en función de los beneficios que brinda el arbolado urbano. En el año 2006 se pone en marcha este software y desde entonces, tanto organizaciones no gubernamentales como municipios, consultorías y otros organismos lo han adoptado para realizar diferentes estudios. En la Argentina no se conoce todavía su aplicación aunque se señala que este software puede constituir una herramienta válida para la toma de decisiones en el ordenamiento y planificación de las áreas verdes.

El *I-Tree Canopy* analiza el dosel arbóreo, dosel forestal o también llamado canopia o canopeo (del inglés “*canopy*”). Existen varias definiciones de “*canopy*” y se ha constituido como una rama de investigación (Barker y Pinard, 2001; Nadkarni et al., 2011; ICAN-International Canopy Network; Parker, 1995). En general estos autores refieren al dosel arbóreo que es la capa que comprende a las hojas, ramas, brotes de los árboles, etc. El dosel arbóreo puede ser observado desde lo alto y cubre el suelo de la luz del sol, intercepta el agua de lluvia, capta las partículas contaminantes de la atmósfera y reduce la temperatura del aire en función de la isla de calor urbana.

Hay algunos estudios donde los investigadores señalan que el dosel arbóreo en áreas metropolitanas de los Estados Unidos oscila entre un 27 y 30% de cobertura (Dwyer y Nowak, 2000), lo cual es un valor relativamente bajo si se espera que la mayoría de las localidades puedan aumentar la superficie arbolada en un futuro. Ello conlleva a pensar y planificar estrategias para modificar estas situaciones. Así lo ha entendido el Servicio Forestal Americano, quien ha sido un pionero en la realización de inventarios de vegetación, en mediciones y cálculos de valor para las áreas verdes urbanas. El énfasis está puesto en que el desarrollo foliar se relaciona directamente con las capacidades que tienen los árboles de brindar servicios ambientales tales como reducción del ruido, mejorar la calidad del aire, moderar la temperatura, entre otros (Conway y Bourne, 2013).

En esta línea, el *I-Tree Canopy* es una herramienta que permite en forma sencilla y eficaz estimar la cobertura arbórea y otras clases de cobertura como por ejemplo suelo desnudo, edificios, calles, agua, etc. en las áreas urbanas. *I-Tree* selecciona al azar distintos puntos de muestreo en las imágenes de Google Earth y el investigador es quien define para cada punto elegido qué categoría representa. Todo este concepto y prototipo fue elaborado por David Nowak, Jeffrey Walton y Eric Greenfield del USDA Forest Service y por Ellingsworth, Binkley y Maco quienes diseñaron las aplicaciones del programa.

Las limitaciones del programa están dadas en función de cómo interpreta primero y clasifica después el investigador cada punto seleccionado. Si el número de puntos es mayor, la precisión de la estimación también será mayor y en consecuencia, el error estándar de la distribución de la muestra será menor. El otro inconveniente se asocia a la claridad y escala de las imágenes que muchas veces por su resolución o factores ambientales son más difíciles de interpretar.

Área de estudio: Pigüé y las primeras poblaciones de migrantes franceses

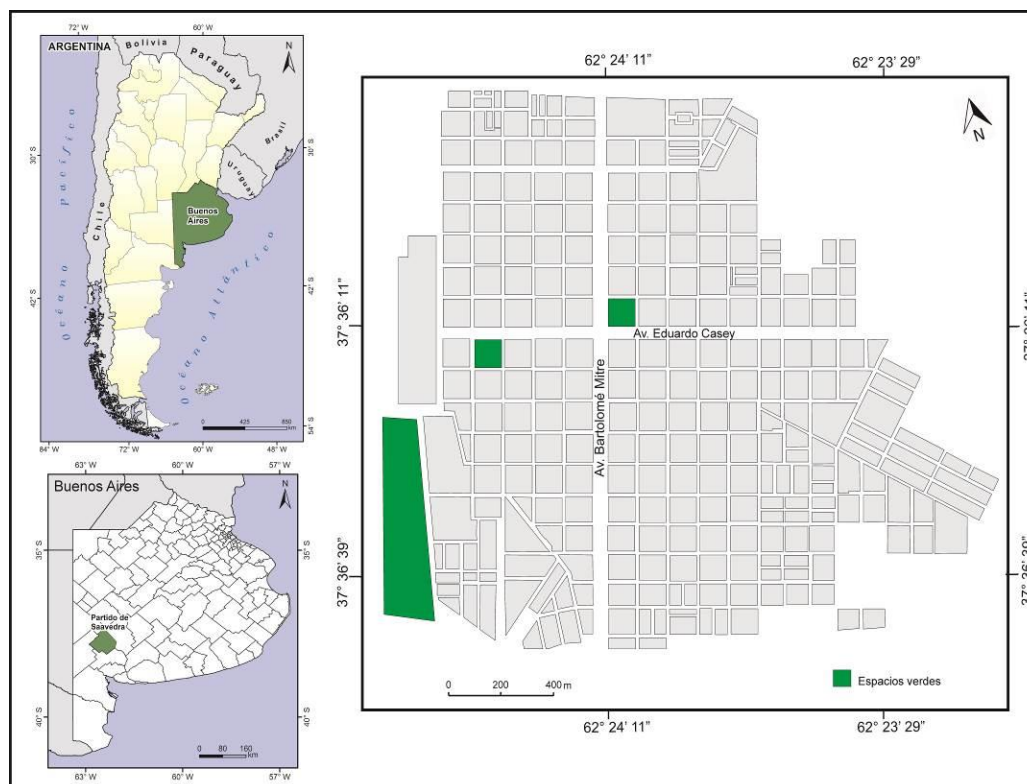
La localidad de Pigüé se localiza en el partido de Saavedra, en el suroeste de la provincia de Buenos Aires, entre 300 y 280 metros sobre el nivel del mar, en un ambiente de serranías que pertenecen al sistema de Ventania, donde se despliegan las sierras de Curamalal. Desde el punto de vista climático el área está comprendida en el límite de la pampa seca, con un valor medio anual de precipitación de 702 mm y una temperatura media anual de 14°C. Las heladas son importantes y ya han sido registradas desde los primeros años del siglo pasado: "...los inviernos eran muy fríos y secos, en invierno casi todas las noches se producía una helada de siete a ocho grados bajo cero, y a eso de las nueve de la mañana, empezaba a soplar viento pampero del sudoeste fuertísimo y molesto...." (Ducos, 1934, p. 24).

Fitogeográficamente el pastizal pampeano es la dominante vegetal pero hoy está totalmente modificado por las actividades agrícola-ganaderas y de servicios que complementan el área. Clement Cabanettes, el fundador de la colonia decía: "...una tierra fecunda cubría toda la superficie de los campos, donde el fértil suelo estaba cubierto de una dulce hierba natural" (Cabanettes, 1974, p. 38).

La localidad de Pigüé fue fundada el 4 de diciembre de 1881 por inmigrantes franceses y emplazada en los antiguos dominios del cacique Calfucurá. Su nombre deriva del mapuche Pi-hue y significa lugar de reunión o encuentro. La denominación

refiere a la batalla de Pihué (1858), en la que se enfrentó la vanguardia de la última línea de fortín, a cargo del Cnel. Nicolás Granada, contra indígenas comandados por los cacicazgos que respondían al cacique Juan Calfulcurá. Hoy la localidad cuenta con 14.000 habitantes que se distribuyen en aproximadamente 250 manzanas, entre dos grandes avenidas que dividen el plano en damero (Figura N° 1).

Figura N° 1. Localización del área de estudio



Fuente: elaboración propia sobre la base de Google Earth, 2014.

El arbolado de la localidad y alrededores se inició lentamente, al menos en los primeros cincuenta años (1884-1934). De esta forma lo expresaban los primeros habitantes de la colonia:

“...lo plantado en Pigüé es mínimo y en cuanto a la Pampa vecina, los árboles en vez de aumentar, disminuyen, pues se desmonta para cortar la leña y preparar los terrenos para los cultivos.....Al principio los colonos ensayaron la plantación de árboles en las líneas de sus chacras como en Europa....actualmente se hace la fiesta del árbol que consiste en que los alumnos de los colegios del Estado planten unos pocos árboles en los patios....no basta propagar la bondad del árbol, hay que hacer plantaciones en grande, sobre todo en estas regiones” (Ducos, 1934, pp. 24-25).

Caracterización del arbolado de alineación

A partir del análisis de los resultados del censo de arbolado urbano en la localidad de Pigüé se obtuvieron los siguientes datos: se relevaron 7.895 espacios de los cuales 1.267 son espacios vacíos, es decir, no hay árboles debido a dos motivos fundamentales: o los recintos están pero vacíos, o bien las veredas de las parcelas no tienen recintos. Por lo tanto la cantidad de árboles y arbustos asciende a 6.628 árboles y arbustos (individuos).

En cuanto a la riqueza específica, es decir la cantidad de especies, el valor es de 71 especies. Se corresponden con 57 géneros que están representados en 38 familias (Tabla 1). El número de especies que existe en una localidad es importante ya que da una idea general de cuán diversa es la composición florística. En referencia a esto, también se definieron las familias que son nativas y exóticas, 6 y 32 respectivamente. En relación con las especies nativas, las que sobresalen son: aguaribay (*Schinus molle* L.), araucaria (*Araucaria araucana* MOLINA K. KOCH.), pata de vaca (*Bauhinia forficata* LINK.), cortadera (*Cortaderia selloana* SCHULT. & SCHULT.F. ASCH. & GRAEBN.), ombú (*Phytolacca dioica* L.), palo borracho (*Ceiba speciosa* RAVENNA), acacia visco (*Acacia visco* GRISEB.), ceibo (*Erythrina crista galli* L.). En cuanto a las exóticas dominan los fresnos (*Fraxinus americana* L.), acacias (*Robinia pseudoacacia* L.) y crespones (*Lagerstroemia indica* L.).

Figura N° 2. Listado de las familias nativas y exóticas en la localidad de Pigüé

Familia	Nativas o Exóticas
1. <i>Acerácea</i>	exótica
2. <i>Agavácea</i>	exótica
3. <i>Anacardiácea</i>	nativa
4. <i>Apocynácea</i>	exótica
5. <i>Araucareácea</i>	nativa
6. <i>Betuláceas</i>	exótica
7. <i>Bignoniácea</i>	exótica
8. <i>Bombáceas</i>	nativa
9. <i>Buxácea</i>	exótica
10. <i>Caprifoliácea</i>	exótica
11. <i>Cupresácea</i>	exótica
12. <i>Esterculácea</i>	exótica
13. <i>Euforbeácea</i>	exótica
14. <i>Fagácea</i>	exótica
15. <i>Hamamelidácea</i>	exótica

16. <i>Ginkgoácea</i>	exótica
17. <i>Jungladácea</i>	exótica
18. <i>Labiada</i>	exótica
19. <i>Laurácea</i>	exótica
20. <i>Leguminosa</i>	exótica
21. <i>Leguminosa</i>	nativa
22. <i>Leguminosa-Fabácea</i>	exótica
23. <i>Litrácea</i>	exótica
24. <i>Meliáceas</i>	exótica
25. <i>Mirtácea</i>	exótica
26. <i>Moráceas</i>	exótica
27. <i>Oleácea</i>	exótica
28. <i>Palmáceas (Arecáceas)</i>	exótica
29. <i>Pináceas</i>	exótica
30. <i>Pitosporácea</i>	exótica
31. <i>Platanáceas</i>	exótica
32. <i>Poácea</i>	nativa
33. <i>Pytolacácea</i>	nativa
34. <i>Rosácea</i>	exótica
35. <i>Salicácea</i>	exótica
36. <i>Simarubácea</i>	exótica
37. <i>Tiliácea</i>	exótica
38. <i>Ulmáceas</i>	exótica
39. <i>Otros</i>	exóticos

Fuente: elaboración de los autores, 2013.

Si bien otros datos sobre el arbolado se han recolectado a partir del censo de arbolado urbano, en esta oportunidad, se hará hincapié en el follaje ya que este se relaciona directamente con la cobertura vegetal. Del total de la masa arbórea de alineación (6628 entre árboles, arbustos y palmeras) hay 3783 caducos y 2845 perennes. Ello representa que el 57 % son ejemplares caducos y el 43 % son perennes. Entre los caducos se encuentran acacias (*Robinia spp.* L.), fresnos (*Fraxinus spp.* L.), catalpas (*Catalpa bignonioides* WALTER), tilos (*Tilia americana* L.), ciruelos (*Prunus cerasifera var atropurpurea* EHRH.), paraísos (*Melia azedarach* L.), plátanos (*Platanus x acerifolia* WILLD.) y un arbusto bastante común: la rosa china (*Hibiscus rosa-sinensis* L.). Entre los perennes con el porte de árbol hay aguaribay (*Schinus areira* L.), ciprés (*Cupressus sempervirens* L.), eucaliptus (*Eucalyptus spp.* L'HÉR.), ligustros (*Ligustrum lucidum* L), mientras que con porte de arbusto la mayoría de ellos son photinias (*Photinia* LINDL.), oleas (*Ligustrum japonicum* THUNB.), azareros (*Pittosporum tobira* THUNB.) W.T.AITON), boj (*Buxus sempervirens* L.), laureles de jardín (*Nerium oleander* L.), crataegus (*Crataegus* TOURN. EX L.), entre otros.

Para localidades que se encuentran en los climas templados con inviernos muy fríos, húmedos y con heladas frecuentes se recomienda que el arbolado sea de hojas caducas, pequeñas o medianas que obstruyen menos los desagües y permiten un fácil barrido y recolección. Los árboles de hoja perenne no siempre son recomendadas ya que la ausencia de hojas durante el invierno permite para la localidad veredas más soleadas y sin humedad. En cambio en el verano, con temperaturas altas se aconseja que los arboles tengan follaje tupido.

Resultados de la aplicación del método de *i-tree canopy*

En función de la aplicación del software se define como primer paso el área de estudio para analizar el dosel arbóreo. Para este caso en particular fue relativamente sencillo ya que se trazaron los límites de la planta urbana de Pigüé. Luego se establecieron cuáles y cuántas serían las clases o usos del suelo a considerar para identificar en la imagen satelital del área de estudio. El programa define dos clases, presencia o ausencia de árbol, pero también se puede incorporar otras clases o estructuras para el uso del suelo urbano (Figura N° 3), tal como se realizó en este estudio. Los puntos a identificar son seleccionados al azar para ser interpretados y se indica que cuántos más puntos se interpreten, más exacta será la estimación de la cobertura (Figura. N° 4). Para este caso se realizó un primer muestreo con 500 puntos y luego con 1.000 puntos. Según los datos obtenidos en cuanto a porcentaje de cobertura no ha habido grandes variaciones, con lo cual el resultado generado es altamente significativo.

Figura N° 3. Identificación de clases y cobertura del uso del suelo en Pigüé

Identificación de clases	Abreviatura	Puntos	Cobertura (en %)	Puntos	Cobertura (en %)
Arbol en vereda-árbol de alineación	Arbv.	43	8,62	93	9,32
Arbol en interior del lote	Arbl.	102	20,4	216	21,6
Arbol en parque o plaza	Arbp.	9	1,80	19	1,90
Herbáceas (ej. césped)	Ce	137	27,5	286	28,7
Calle de asfalto o tierra	Ca	47	9,42	91	9,12
Edificio-Construcción	Ed	120	24,0	215	21,5
Agua	Ag	0	0	0	0
Ferrocarril	FC	0	0	0	0
División entre lotes	Lot	1	0,20	8	0,80
Baldío	Ba	7	1,40	7	0,70
Boulevard	Bv	4	0,80	5	0,50
Vereda	Ve	27	5,41	56	5,61
Galpón	G	2	0,40	2	0,20
Total de puntos muestreados		500 puntos		1.000 puntos	

Fuente: elaboración de los autores sobre la base del *I-Tree Canopy*, 2014.

Figura N° 4. Puntos muestrados en la localidad de Pigüé mediante el I-Tree



Fuente: elaboración de los autores sobre la base del I-Tree Canopy, 2014.

Cada uno de los puntos fue interpretado y clasificado en función de distintos usos del suelo o clases. Los de mayor representatividad para el estudio son los definidos como los árboles de alineación localizados en las veredas (93 ejemplares), árboles localizados en el interior del lote (216 ejemplares) y los ubicados en parques y plazas. El total de esta masa verde es de 328 individuos. También se realizó la estimación del error estándar (SE) (Lindgren y Mc.Elraeth, 1969) para dar confiabilidad a la muestra seleccionada (Tabla 3):

$$SE = \sqrt{(pq/N)}$$

Donde:

N=total de puntos seleccionados (1.000)

n=total de puntos clasificados como árboles (328)

$p = n/N$ ($328/1.000 = 0,32$)

$q = 1 - p$ ($1 - 0,32 = 0,67$)

entonces: $SE = \sqrt{(pq/N)} = 0,0146$ por 100 = 1,46%

N=1.000, con la variación de p.

Figura N° 5. Estimación del error estándar (SE)

p	SE
0,01	0,0031
0,1	0,0095
0,3	0,0145
0,5	0,0158
0,7	0,0145
0,9	0,0095
0,99	0,0031

Fuente: elaboración de los autores sobre la base de I-Tree, 2014.

Para este caso de estudio, la cobertura arbórea es de 32,8 % y tiene un error estándar de 1,46 % si todos los puntos fueran clasificados. Basados en la fórmula del SE, el error estándar es mayor cuando $p=0,5$ y menor cuando p es muy pequeño o muy grande. Además del SE también se puede calcular el intervalo de confiabilidad del 95%. En una muestra al azar, el 95% de la misma tiene la posibilidad de demostrarse que la media de todas las medias muestrales coincide con la media poblacional. El nivel de confianza y la amplitud del intervalo varían conjuntamente, de forma que un intervalo más amplio tendrá más probabilidad de acierto (mayor nivel de confianza), mientras que para un intervalo más pequeño, que ofrece una estimación más precisa, aumenta su probabilidad de error.

Para calcular el 95% de intervalo de confianza se toma en cuenta que:

$N \geq 30$, el SE por 1.96 ($0,0146 \times 1,96 = 0,028$) es sumado o restado al estimado (0,32). El resultado dice que hay un 95 % de confianza si el resultado está comprendido entre 30,1 y 35,9 %.

Donde:

Z = valor crítico de la distribución normal estandarizada

Se llama *valor crítico* al valor de Z necesario para construir un intervalo de confianza para la distribución. El 95 % de confianza corresponde a un valor de 0,05. El valor crítico Z correspondiente al área acumulativa de 0,975 es 1,96 porque hay 0,025 en la cola superior de la distribución y el área acumulativa menor a $Z = 1,96$ es 0,975. Un nivel de confianza del 95% lleva a un valor Z de 1,96 (Lindgren y Mc.Elrath, 1969). El valor crítico se designa mediante $z_{\alpha/2}$.

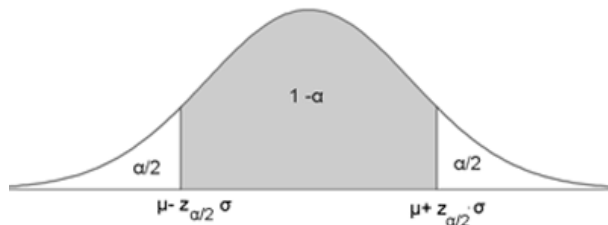
$$P(Z > z_{\alpha/2}) = \alpha/2$$

$$P[-z_{\alpha/2} < Z < z_{\alpha/2}] = 1 - \alpha$$

α es el nivel de significación

$1 - \alpha$ es el nivel de confianza, que es la probabilidad de que el parámetro a estimar se encuentre en el intervalo de confianza (Fig. N° 3). Los niveles de confianza más usuales son: 90%; 95% y 99%.

Figura N° 3. Niveles de confianza



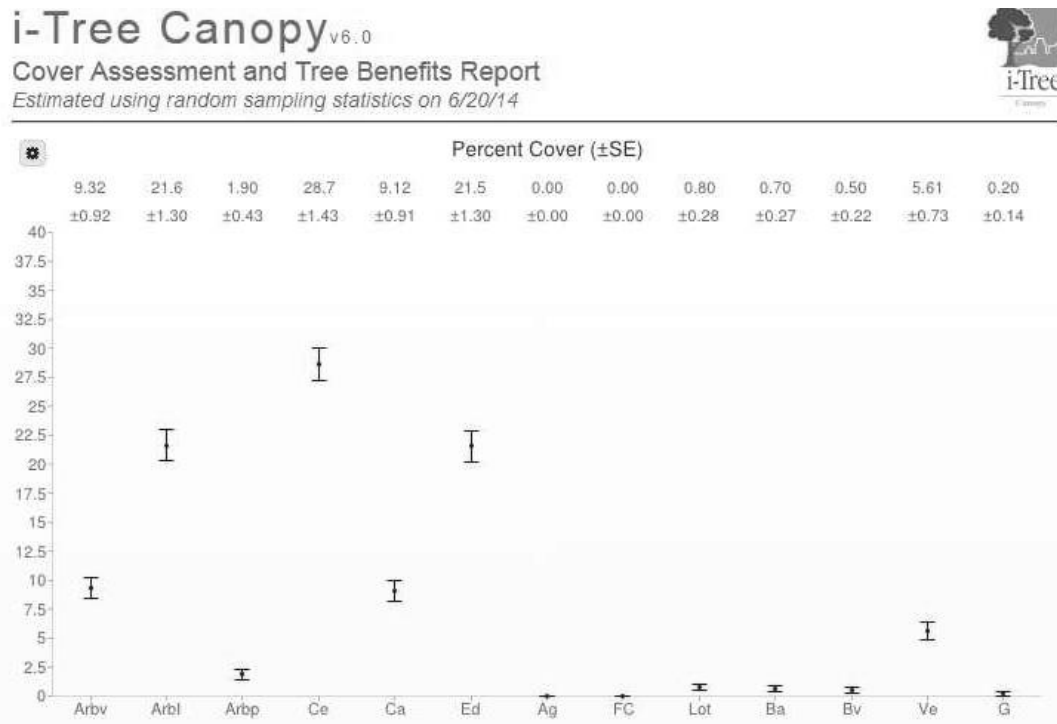
$1 - \alpha$	$\alpha/2$	$z_{\alpha/2}$
0.90	0.05	1.645
0.95	0.025	1.96
0.99	0.005	2.575

Fuente: Lindgren y Mc.Elrath, 1969.

Si se analizan los datos según la localización del arbolado (Figura N° 6) se observa que el grado de cobertura de la masa arbórea es mayor en el interior de los lotes que en el espacio público 21,6 % y 11,22 % respectivamente. Ello también fue observado a simple vista en las imágenes pero a partir del programa *I-Tree* se pudo corroborar la alta densidad en los centros de manzana (Figura N° 7). Ello señala que desde el espacio privado hay mayor conciencia del beneficio de los espacios verdes.

El arbolado de alineación público es todavía escaso y más aún, con la aplicación del censo se observó una fuerte tendencia a plantar arbustos (oleas, photinias) frente a la estructura arbórea propiamente dicha. Se contabilizaron, sólo en las veredas, un total de 541 individuos arbustivos lo cual representa del total (6.628 individuos entre árboles y arbustos) un 8 % en el ejido urbano. Se observó que en las casas más nuevas, donde las veredas estaban recién arregladas o construidas, o en las veredas con césped de los barrios planificados los propietarios colocaban photinias, laureles o rosa china. Es importante recalcar que los arbustos no son apropiados para el arbolado urbano de alineación. No están recomendados en la normativa provincial y además no cumplen en su totalidad con las funciones ambientales de un árbol propiamente dichas, generando además inconvenientes tanto para el peatón como para la circulación vehicular.

Figura N° 6. Porcentaje de cobertura según clases en la localidad de Pigüé



Fuente: elaborado por autores sobre la base de I-Tree v 6.0, 2014.

Figura N° 7. Distinción de centros de manzanas de la localidad de Pigüé altamente arbolados



Fuente: elaboración de los autores sobre la base de Google Earth (2011), 2014.

Es interesante también el alto porcentaje de cobertura no arbórea, que sin embargo presenta cobertura de césped u otras herbáceas (28,7%) en los espacios abiertos. En algunos casos son campos deportivos, en otros jardines o simplemente espacios

abiertos recreativos. Ello conlleva a definir el concepto de arbolado potencial. Esta variable hace referencia al sitio de plantación que puede ser ocupado por un árbol y permite conocer la potencialidad del arbolado urbano público. Del total de sitios potenciales se diferenciaron los que se corresponden a baldíos (0,7%) y los que responden a veredas que no poseen árboles, cuyo porcentaje de cobertura es de 5,6% (Figura N° 8). Además se estimó que el porcentaje de la cobertura del arbolado de alineación en las veredas, donde la gestión municipal puede realizar sus intervenciones es bajo (9,32%). Ello implica que sólo el 9% de las veredas tienen árboles y por lo tanto es importante el desarrollo de una política de arbolado de alineación para la localidad, estimando que cada 10-15 metros debería haber un árbol. A través del censo de arbolado se estableció que muchos recintos vacíos coinciden con los frentes de negocios o áreas de servicios. Hay un total de 1.267 espacios para ocupar. Ello debería tenerse muy en cuenta, ya que la normativa provincial señala que cada 10 metros debe haber un árbol en función de los beneficios sociales y ambientales que estos conllevan. Resulta interesante además que entre el espacio construido y el arbolado en el interior de las mismas existe un equilibrio (21,6% y 21,5% respectivamente). Ello es positivo tanto desde el punto de vista ambiental como estético.

Figura N° 8. Contraste entre las veredas con y sin arbolado público de alineación



Fuente: archivo de los autores, 2012.

Consideraciones finales

La cobertura de vegetación está en constante cambio en las ciudades, tanto debido a condiciones naturales como antropogénicas. La combinación de ambos factores a lo largo del tiempo determina los valores de cobertura (Nowak, 2012). El programa *I-Tree Canopy* permite identificar la cobertura del uso del suelo y especialmente el de la vegetación. El programa cuantifica el porcentaje de cobertura y lo asocia al error

estándar para cada clase, en función con la interpretación del investigador. Esta herramienta es la base para el desarrollo de planes de manejo, para considerar un conjunto de metas y objetivos sobre el arbolado y realizar comparaciones futuras del cambio de la cobertura de la vegetación a lo largo del tiempo. Este trabajo muestra las potencialidades y las tendencias de estudio y manejo en el arbolado urbano como así también comenzar a involucrar a la población en las políticas públicas de arbolado.

Hay que tener en cuenta que son dos los factores que condicionan una mayor o menor cobertura arbórea en las ciudades: el ambiente natural y el uso de suelo urbano. La cobertura es mayor en áreas donde la ciudad se desarrolla en cercanías de bosques o áreas forestadas (31% de cobertura), seguida por aquellas ubicadas en áreas de pastizal (19% de cobertura) y en áreas desérticas, que sólo presentan un 10% de cobertura (Nowak, 1996). Para este caso, Pigüé se acerca al 32% de cubierta vegetal con lo cual si bien su medio geográfico es un área de llanura y pastizal, el trabajo de plantación y la visión de los primeros vecinos a lo largo de los 130 años desde su fundación han sido importantes, aunque puede mejorarse y ampliarse.

Referencias bibliográficas

Barker, M. y Pinard, M. (2001). Forest canopy research: sampling problems and some solutions, en *Plant Ecology* [En Línea] Volumen 153, número 1/2. *Disponible en:* <http://www.jstor.org/discover/10.2307/20051044?sid=21105856588383&uid=39632&uid=62&uid=39630&uid=2&uid=3&uid=5911656&uid=67&uid=3737512>. [Accedido el 20 de septiembre de 2014].

Cabanettes, E. (1974). *Clement Cabanettes; fundador de la colonia aveyronesa de Pigüé en la República Argentina*. 155 p. Buenos Aires: Ulises L. Issaly.

Conway, T. y Bourne, K. (2013). A comparison of neighborhood characteristics related to canopy cover, stem density and species richness in an urban forest, en *Landscape and Urban Planning* [En Línea]. *Disponible en:* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204613000121> [Accedido el 25 de septiembre de 2014].

Ducos, O.F. (1934). *Cincuentenario de la Colonia Francesa de Pigüé 1884-1934, reseña histórica para sus vecinos*. 56 pp.

Dwyer, J. y Nowak, D. (2000). A national assessment of the urban forest: an overview, en *Scientific Journal* [En Línea]. Oregon: Society of American Foresters 1999 National Convention Portland. Disponible en: http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2000/nc_2000_Dwyer_002.pdf? [Accedido el 1 de diciembre de 2014]

ICAN-International Canopy Network. Seeing the Forest and the Trees [En Línea]. Disponible en: <http://ican.csme.utah.edu> [Accedido el 20 de junio de 2014].

I-Tree. (2014). What is i-Tree?. [En Línea]. Disponible en <https://www.itreetools.org/> [Accedido el 20 de abril de 2014]

Lindgren, B.W. y McElrath, G.W. (1969). *Introduction to probability and Statistics*. 498 p., Londres: Macmillan Company.

Nadkarni, N. Parker, G. Lowman, M. (2011). Forest canopy studies as an emerging field of science, en *Annals of Forest Science* [En Línea]. Estados Unidos: Erwin Dreyer (Ed.). Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00930781/document> [Accedido el 20 de marzo de 2014].

Nowak, D. y Greenfield, E.J. (2012). Tree and impervious cover change in U.S. en *Urban Forestry & Urban Greening*, [En línea] 1, pp. 21-30. Disponible en: http://www.itreetools.org/Canopy/resources/Tree_and_Impervious_Cover_change_in_US_Cities_Nowak_Greenfield.pdf. [Accedido el 21 de noviembre de 2014].

Nowak, D., Rowntree, R., McPherson, D., Sisinni, S., Kerkmann, E. y Stevens, J. (1996). Measuring and analyzing urban tree cover, en *Landscape and Urban Planning*. [En línea] 36, pp.49-57. Disponible en: <file:///C:/Users/Valeria%20Duval/Downloads/00b7d52ab01047c431000000.pdf> [Accedido el 3 de diciembre de 2014].

Parker, G. (1995). Structure and microclimate of forest canopies. En: M. D. Lowman y Nadkarni, N. M. *Forest Canopies*, pp. 431-455. San Diego: Academic Press.