



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Agrarias



**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN-MODALIDAD TESINA**

**TITULO: “Medición de la biodiversidad e índices de vegetación activa urbanística de la silvicultura urbana de la ciudad de Resistencia”.**

**ALUMNO: Nicolás Leandro Ortiz.**

**DIRECTOR: Dra. Claudia Luna.**

**Año 2018**

**Lugar de trabajo: Cátedra de Silvicultura. FCA – UNNE. Sargento Juan Bautista Cabral 2131. Corrientes, Argentina.**

## Contenido

I-RESUMEN .....	3
II-INTRODUCCIÓN .....	4
III-OBJETIVO .....	5
IV-ANTECEDENTES .....	5
V-MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
VI-RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	8
VII-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	13
VIII-CUADROS Y GRAFICOS .....	15
IX-BIBLIOGRAFIA .....	24

## I-RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Resistencia, Chaco cuyo epicentro es la Plaza Central 25 de mayo de 1810; el área de estudio considerada fue el microcentro de la ciudad, en el cual quedan incluidas las cinco plazas principales de la misma. Se realizó un inventario de existencias sectorizando el vecindario verde inclusivo, los recintos ambientales urbanos o plazas y además analizando la biodiversidad en su totalidad; se extrajo la información necesaria para diagnosticar la situación de la arborización en el área urbana del municipio de Resistencia; a través del análisis de su biodiversidad mediante los índices de diversidad taxonómica de Shannon; de riqueza específica de Margalef, de dominancia específica de Berger-Parker y de equidad de Shannon; y el análisis de la vegetación activa. Los resultados demuestran que el área estudiada cuenta con 6.352 ejemplares donde se encuentran representadas 48 familias botánicas con 137 especies, existiendo una abundancia notable de *Fraxinus americana*. En cuanto al origen biogeográfico, las especies relevadas se encuentran representadas en un 69% por exóticas. Con respecto al análisis de la vegetación activa se encontró que un 81,20% de las especies poseen textura de follaje medio pudiendo inferir en la predominancia de latifoliadas. En tanto que el estado fisiológico y sanitario vislumbró que solamente un 37% del arbolado urbano se encuentra en condiciones óptimas y un 50% con malas condiciones de manejo. Analizando persistencia de follaje, este parámetro se encuentra equilibrado entre especies perennifolias y caducifolias. La biodiversidad a partir de los datos analizados dice que existe un índice de diversidad taxonómica alto en todos los ámbitos analizados destacándose como valor más elevado en las zonas de las cinco plazas principales de la ciudad de Resistencia; la riqueza y dominancia específica son altas denotándose que para este último existe en el vecindario verde inclusivo predominancia de la especie *Fraxinus americana* mientras que en el recinto ambiental urbano o plazas, el predominio es de *Handroanthus heptaphyllus*. Por último, la equidad de especies arrojó un valor más próximo a la unidad en el recinto ambiental urbano lo que significa que existe en esta zona una mayor equidad y este valor fue menor para el vecindario verde inclusivo. Para que trabajos de investigación como el presente tengan una aplicación práctica que resulte en beneficios para el buen desarrollo del bosque urbano, es necesario que exista una verdadera vinculación entre la ciudadanía local, autoridades gubernamentales e instituciones académicas, con personal técnico capacitado para desarrollar las técnicas de manejo y de mantenimiento, con la finalidad de establecer un plan de manejo de los ecosistemas forestales urbanos, en el entendido claro y preciso de los beneficios que los árboles urbanos en buenas condiciones, otorgan para todos y cada uno de los habitantes de cualquier ciudad de este planeta.

## II-INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se ha entendido la silvicultura urbana (SU) como el manejo de la vegetación arbórea en las ciudades, este es un significado más cercano a la arboricultura, vocablo proveniente del latín *arbor* ('árbol') y cultura, proveniente de *cultus* ('cultivado') (RAE, 2014), es decir, la ciencia que se encarga del cultivo y cuidado de los árboles como individuos y no como el conjunto (Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, 2015).

La silvicultura urbana, es la rama más joven de la silvicultura (RAE, 2014), y hace referencia al cultivo y ordenación de los bosques naturales o artificiales de la ciudad, zonas urbanas, periurbanas, suburbanas y marginales, y tiene como finalidad potenciar los servicios ecosistémicos que presta el arbolado de las urbes.

Por otra parte, FAO la define con un enfoque integrado, interdisciplinario, participativo y estratégico; como la planificación y gestión de los bosques y árboles en y alrededor de las ciudades; englobando la evaluación, planificación, plantación, mantenimiento, preservación y monitoreo de los bosques urbanos y puede operar a escalas que van desde un solo árbol hasta todo el paisaje (FAO, 2016). Es pertinente aclarar que al árbol de las ciudades se le llama árbol urbano, y no árbol ornamental, porque sus funciones son variadas y van más allá de un partícipe meramente estético. El árbol urbano cumple múltiples funciones: estéticas, ambientales, ecológicas, sociales, históricas, simbólicas, culturales y recreativas (Rivas Torres, 2012).

Son numerosos los autores que abordan los beneficios de la silvicultura urbana, incluyendo los servicios ecosistémicos, como el mejoramiento del microclima, calidad del aire y reducción del dióxido de carbono (Parker, 1983; Huang *et al.*, 1987; Wolf, 1998; Nowak y Crane, 2002), uso, reutilización y conservación del agua; conservación del suelo; biodiversidad (PNUMA e ICLEI, 2008; Aronson *et al.*, 2014); y también los beneficios sociales; entre los que se cuentan salud (Cook, 1978; Taylor *et al.*, 2014; Dadvand *et al.*, 2014), educación, actividades recreativas, alimentación y seguridad alimentaria (Kuchelmeister, 1999; FAO 2016).

Si se quieren obtener los servicios ambientales derivados de la silvicultura urbana, se requiere generar conciencia de que la conformación de espacios verdes ha trascendido del embellecimiento puramente visual del paisaje; a conceptos de conectividad ecológica, mejoramiento del bienestar humano, resiliencia y capacidad de adaptación al cambio climático, esto a partir de espacios donde la naturaleza cumpla funciones múltiples como proveedor de recursos, de hábitats y ornamentales, entre otros (Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, 2015).

La calidad y cantidad de los espacios públicos son los mejores indicadores de la calidad del hábitat, del nivel de funcionalidad de la estructura urbana y del nivel de vida de las comunidades. Por ello, los espacios verdes públicos y en particular los árboles públicos, forman parte del patrimonio biológico, histórico, social y cultural de una ciudad; constituyendo un legado generacional. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un índice mínimo de 10 m<sup>2</sup> de área verde pública y dos árboles por habitante (Ledesma, 2008).

Debido a su importancia en la vida moderna, los espacios verdes y en general la vegetación ornamental y/o de protección contra factores adversos, deben integrar el patrimonio natural de la comunidad junto con el resto de los recursos naturales renovables. La mejora ambiental debido a la vegetación ha sido cuantificada por numerosos autores constituyendo la base del criterio de valoración vegetal propuesto en este trabajo (Roig, 1976; OMS, 1980; Schulze, 1982; Miller, 1992; Mc Pherson *et al.*, 1994; Moreton, 1996; Seoáñez Calvo, 1996).

El primer paso para incrementar la presencia de vegetales en ciudades es el establecimiento de criterios cuantitativos que ayuden a los profesionales en la defensa de esos elementos representativos de la naturaleza, tanto en la protección de los ejemplares existentes como en el mejoramiento de los efectos ambientales de proyectos de ingeniería y arquitectura, frente a criterios orientados por utilitarismos económicos inmediatos (Codina y Barón, 2003).

### **III-OBJETIVO**

Ante los factores presentados, el objetivo de esta investigación fue estudiar y diagnosticar la situación de la arborización en el área urbana del municipio de Resistencia; a través del análisis de su biodiversidad e índices de vegetación activa.

### **IV-ANTECEDENTES**

La silvicultura urbana ha hecho rápidos avances en América del Norte gracias a actividades concertadas y a la asignación de recursos considerables. En Europa, pese a una larga tradición de silvicultura urbana, la investigación es todavía muy fragmentada (Randrup *et al.*, 1999). En los países industrializados, la silvicultura urbana se ha centrado en el aspecto recreativo y los beneficios ambientales (Nilsson y Randrup, 1997; Miller, 1988). En los países en desarrollo, estudios de la silvicultura urbana son incipientes y se orienta claramente hacia el estilo de los países industrializados (Khosla, 1996; Tewari, 1995; Kuchelmeister, 2000).

En Argentina, las ciudades de Buenos Aires y Mendoza cuentan con censos georreferenciados de árboles de alineación. Estas ciudades presentan una muy buena relación de número de habitantes por árbol de 7,76 y 2,67 respectivamente. Este indicador relacionado con la densidad de población serviría en el futuro próximo para realizar paralelos entre ciudades (Tovar - Corzo, 2013). Mientras que la ciudad de Rosario (Santa Fe) se destaca como primera ciudad argentina en lo que a espacio verde urbano por habitante refiere (11,68 m<sup>2</sup>) (Coronel *et al.*, 2014).

Para la ciudad de Resistencia (Chaco) los trabajos relacionados a la SU aún son escasos; existe un relevamiento de los espacios verdes; reportando información acerca de la calidad y cantidad de ejemplares urbanos para situar a esta ciudad con respecto a lo aconsejado por la OMS (Ruchesi, 1995); otro estudio consiste en un inventario de existencias como propuesta base para el ordenamiento del arbolado del macrocentro de la ciudad; concluyendo que, luego de un periodo de abundante arborización, siguió uno de regresión en el que no hubo plantación ni reposición de árboles en cantidad suficiente, y que respondan a intereses estéticos, ecológicos y económicos (Ruchesi, 1999).

Un informe más reciente ha caracterizado los ejes urbanos de Resistencia en función al arbolado; constatando la pérdida de los atributos paisajísticos, degradación sistemática del área central por reducción de la superficie verde y falta de políticas de reforestación; por un lado y además la falta de criterios acertados para hacerlo (González, 2013).

## V-MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en la ciudad de Resistencia ( $27^{\circ}27'02.5"S$ - $58^{\circ}59'12.7"O$ ), capital de la provincia del Chaco, perteneciente a la subregión Chaco Húmedo del Parque Chaqueño, siendo ésta la región fitogeográfica más extensa del país. La gran variedad de ambientes se traduce en una alta diversidad de especies vegetales que hacen de esta región una de las más biodiversas (Atlas de los Bosques Nativos Argentinos, 2003).

El municipio de Resistencia tiene su epicentro en la Plaza Central 25 de mayo de 1810, de la cual nacen las cuatro avenidas principales (25 de Mayo, Sarmiento, 9 de Julio y Alberdi) a modo de ejes cartesianos, que organizan todo el sistema de calles y avenidas, de una trama regular de 100 x 100 metros a modo de damero (González, 2013) (Figura 1).

El área de estudio considerada fue el microcentro de la ciudad, el cual es delimitado por las avenidas: Rivadavia – Paraguay; Italia – San Martín; Rodríguez Peña – Moreno; Belgrano – Wilde, formando un cuadrante de 100 manzanas en el cual quedan incluidas las 5 plazas principales de la ciudad (Figura 2).

Este trabajo se desarrolló en el marco de un CONVENIO MUNICIPIO DE RESISTENCIA – FCA; SECRETARIA DE AMBIENTE / CATEDRA DE SILVICULTURA contando con la colaboración de AMETRIA (Asociación Metropolitana de Ingenieros Agrónomos) quienes llevaron a cabo el Censo de Arbolado Urbano del microcentro de la ciudad en el año 2016 y en el cual me desempeñé como pasante.

Para registrar la información recolectada se utilizó una ficha de relevamiento (Tabla 1).

Con los datos relevados se procedió a determinar:

- **Clasificación:** familia, género y especie.
- **Abundancia relativa de Lamprecht** (1990): proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos de la zona de estudio.

$$Ab = \left( \frac{ni}{N} \right) \times 100$$

donde; ni = número de individuos de la *iésima* especie y N = Número de individuos totales en la muestra. Se expresa en porcentaje.

- **Participación según origen biogeográfico** (Roger, 2016): Se determinó la proporción de la participación de las especies del arbolado urbano según su origen biogeográfico en nativas y exóticas. Considerándose especies nativas o autóctonas aquellas que crecen en el área biogeográfica de donde son originarias, adaptándose a las condiciones químicas (salobridad, acidez, alcalinidad, etc.) del suelo, como así también a las condiciones físicas (temperatura, vientos, regímenes de lluvia) de la misma región, mientras que especies exóticas son aquellas que crecen fuera de su sitio de distribución original gracias al cultivo o introducción humana involuntaria (Martinez Gamba *et al.*, 2010).
- **Vegetación activa**

Los índices de vegetación activa (FT y FE) se calcularon para toda el área de estudio. Se consideraron únicamente las especies leñosas (arbóreas y arbustivas) que son los componentes más importantes del arbolado urbano no solo por sus dimensiones, sino también por el servicio que prestan a la comunidad.

### **Factor textura del follaje (FT) (Codina y Barón, 2003)**

Para poder determinar el factor textura del follaje (FT) se realizó revisión bibliográfica (Dimitri, 1973; Leonardis, 1975; Mangieri *et al.*, 1977; Demaio *et al.*, 2015) para obtener datos de características morfológicas de hojas para las respectivas especies y además se consultó material del herbario CTES (IBONE) para corroborar las mediciones consultadas del tamaño medio del elemento foliar, considerado en su menor dimensión o ancho, lo que caracteriza la textura del follaje. Consecuentemente, se utilizó la escala propuesta de textura y factor FT (Ver Tabla 4).

### **Factor estado fisiológico y sanitario (FE) (Codina y Barón, 2003)**

En base al análisis detallado de las características relevadas (espécimen sano, espécimen enfermo, espécimen seco, espécimen parasitado o plagado) se categorizó cada ejemplar, asignando un valor numérico a su FE (Ver Tabla 5).

### **Persistencia del follaje**

En base a la revisión bibliográfica se determinó el tipo de follaje de las especies leñosas de acuerdo con su persistencia en: caducifolio y perennifolio. Expresando su resultado en porcentaje.

#### **• Medición de biodiversidad**

Para la medición de biodiversidad de la silvicultura urbana de la ciudad de Resistencia, se dividió el área de estudio en:

- **Vecindario verde inclusivo (VVI):** arbolado de veredas o áreas verdes inmediatas al vecino promovido por la autogestión de este y participación municipal para asegurar su mantenimiento (Adaptado de Buizer *et al.*, 2015).
- **Recinto Ambiental Urbano (RAU):** Espacio urbano libre, perceptible como una unidad espacial arquitectónica (plaza, plazoleta o parque particular) en donde su conformación y principal caracterización es generado por la flora y fauna asociadas (Alcaidía de Santiago de Cali, 2012).

Los índices de biodiversidad detallados a continuación se calcularon para VVI, RAU y el total de área de estudio considerando la totalidad de las especies.

Se utilizaron los siguientes índices:

*Diversidad taxonómica:*

**Índice de Shannon (H')**: se basa en la riqueza proporcional de especies. Este índice oscila entre 1,5 y 3,4 y solo rara vez sobrepasa 4,5. Entre mayor sea el valor del índice significa que el ecosistema o área analizada es altamente diverso (Magurran, 1988). Se calcula con la siguiente expresión:

$$H' = -\sum (p_i * \ln p_i)$$

Donde  $p_i$  es la proporción de individuos hallados en la  $i$ -esima especie y se estima como  $n_i/N$ , donde  $n_i$  es el número de individuos de cada especie y  $N$  es el número total de individuos.

**Índice de Equidad de Shannon (E):** está basado en la abundancia proporcional de especies. Los valores obtenidos con este índice se encuentran entre 0 y 1, con 1

representando una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

Donde  $H'$  es el índice de Shannon y  $H_{max}$  es igual a  $\ln S$  ya que representa la situación donde todas las especies son igualmente abundantes.

*Riqueza específica:*

**Índice de Margalef (D<sub>Mg</sub>)**: es un índice de riqueza de especies, que mediante logaritmos neperianos permite calcular la riqueza de un área de manera sencilla (Magurran, 1988).

$$D\ Mg = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde S es el número total de especies y N es el número total de individuos.

*Dominancia específica:*

**Índice de Berger-Parker (d)**: es una medida de la dominancia y expresa la importancia proporcional de la especie más abundante, su valor varía entre 0,0 y 1,0 representando el caso de dominancia absoluta de una sola especie. El reciproco de este índice (1/d) expresa que un incremento en su valor acompaña un incremento en la diversidad y una reducción en la dominancia (Magurran, 1988).

$$d = N_{max}/N$$

Donde  $N_{max}$  es el número de individuos en la especie más abundante y N es el número total de individuos.

## VI-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El relevamiento en el microcentro de la ciudad de Resistencia arrojo un número total de 6.352 ejemplares (Tabla 2), de los cuales 5.330 son árboles y arbustos y 1.022 palmeras. En lo que se denominó vecindario verde inclusivo (VVI) hay un total de 4.878 ejemplares, mientras que en el recinto ambiental urbano (RAU), conformado por las 5 plazas principales de la ciudad, se registraron 1.474 ejemplares.

Se han encontrado 48 familias botánicas representadas en el arbolado urbano. La familia mayormente representada es la de las Fabáceas con 22 especies; seguida por la familia Arecáceas normalmente conocidas como palmeras o palmas, con 20 especies. La familia Arecaceae, conocida comúnmente como palmeras, es la única familia dentro del orden Arecales ubicado dentro de las monocotiledóneas razón por la cual el crecimiento secundario está ausente (López *et al.*, 2014). En las 48 familias están incluidos 116 géneros (siendo el género *Ficus* el que presenta mayor número de especies seguido del género *Handroanthus*) y un total de 137 especies (Tabla 2). De éstas, 117 resultaron ser especies leñosas.

Al momento de la planificación del arbolado urbano, la especie debe seleccionarse en base al objetivo que se busca; ya que es diferente el tipo de especie con fin solamente estético, paisajístico y/o funcional. Por ello, las palmeras si bien son un elemento paisajístico muy llamativo; al evaluar un beneficio que debería aportar un árbol urbano como ser la sombra; ésta nunca alcanza gran densidad (Grau y Kortsarz, 2012). Los árboles y arbustos son los integrantes más importantes y notables de los espacios verdes urbanos y consecuentemente, son fundamentales para el logro de un ambiente adecuado a las necesidades de una buena calidad de vida para los habitantes de las ciudades (Roic y Villaverde, 1999).

La especie más abundante resultó ser el fresno (*Fraxinus americana*) con 1.428 ejemplares en toda el área de estudio, con una abundancia relativa (Ab) de 22,48%, seguida por el lapacho (*Handroanthus heptaphyllus*) con 719 ejemplares y una abundancia relativa de 11,319% (Tabla 2). Según Ledesma (2008) se debe incluir la mayor variedad de especies en el arbolado, de modo que ninguna tenga una presencia o abundancia superior al 15%, ya que la diversificación específica mejora el patrimonio botánico y paisajístico y contribuye a evitar afecciones masivas por plagas y enfermedades.

Con respecto a la participación de las especies según su origen biogeográfico solo el 31% está representado por especies nativas (43 especies), mientras que el 69% restante corresponden a especies exóticas (94 especies) (Tabla 3). El uso masivo de plantas exóticas puede generar una simplificación notable de la biodiversidad, tanto en sitios parquizados como en áreas naturales invadidas por esos vegetales foráneos, que tienden a desplazar lo nativo de su lugar (Martinez Gamba *et al.*, 2010).

La inclusión de vegetación nativa en la ciudad contribuye a mejorar el ecosistema y sirve de atractivo a las personas. Esa valoración de la diversidad bio-cultural cobra relevancia en el actual proceso de globalización (Rozzi *et al.*, 2003). También se sugiere incluir algunas especies comprendidas en distintas categorías de amenaza con el fin de promover su conservación (Acosta Hernández, 2014). Por otra parte, la plantación de especies nativas permite el establecimiento de relaciones simbióticas de la flora con insectos, aves y mamíferos, los cuales a su vez participan en su polinización. Por tales razones, las especies nativas son imprescindibles para la conformación de corredores ecológicos que conecten las áreas verdes de las ciudades y los poblados, con los ecosistemas urbanos y periurbanos (Acosta Hernández, 2014).

El uso de especies nativas en la arborización urbana genera las siguientes ventajas: i) permite una implantación más rápida, un mantenimiento menor y una mayor garantía de integración del árbol con su entorno; ii) su manejo es más fácil que el de las especies introducidas debido a que requieren de menor riego, fertilización y en general son más resistentes al ataque de plagas; y iii) se adaptan mejor a las condiciones ambientales de la región (Uribe, 1998). Estos aspectos contribuyen con la disminución de gastos consecuentes de manejo y mantenimiento del arbolado urbano por parte de la administración de las ciudades y los poblados (Acosta Hernández, 2014).

### **Índices de vegetación activa**

La vegetación arbórea, arbustiva y herbácea interactúa con el ambiente produciendo mejoras en las condiciones físicas y químicas según las necesidades del hábitat humano, tanto en los parámetros climáticos y microclimáticos como en los factores contaminantes. Esta interacción se verifica siempre en relación directa con el área foliar y su parámetro vinculado: el volumen de espacio ocupado por la vegetación. La persistencia o caducidad del

follaje, su textura, su estado fisiológico, etc. son los principales condicionantes que modifican la eficiencia de la vegetación en la mejora ambiental enunciada (Codina y Barón, 2003).

### **Factor textura del follaje (FT)**

Los resultados del factor textura del follaje (FT) arrojan que la textura que prevalece en el microcentro de la ciudad es la textura media (81,20%) representado por 95 especies, en contraposición la textura menos representada es la textura fina (5,13%) con solo 6 especies. La textura muy gruesa no se encuentra representada en el área considerada (Tabla 4).

El tamaño medio del elemento foliar, considerado en su menor dimensión o ancho, caracteriza la textura desde el punto de vista de su acción en el efecto de filtrado del aire, básico en la influencia ambiental del vegetal. Según las experiencias publicadas por distintos autores (Roig, 1976; Seoáñez Calvo, 1996), el efecto ambiental de la vegetación es mayor cuando es menor el tamaño de los elementos foliares, ya que los fenómenos involucrados son dependientes fuertemente de la superficie de contacto hoja/aire y, en general, las especies que poseen hojas más pequeñas presentan mayor cantidad de ellas por espacio de copa (Codina y Barón, 2003).

El poder de retención de polvo por las hojas varía con la especie y las características morfo-anatómicas de la hoja (superficie expuesta y grado de pilosidad) (Pesson, 1978). Los espacios verdes urbanos tienen un efecto benéfico sobre la calidad del aire, dado que lo filtran fijando los agentes de polución (polvos). Este efecto es tenido en cuenta a veces y solo cualitativamente y no es bien conocido en el diseño urbano (Dalmasso *et al.*, 1997).

### **Factor Estado fisiológico y sanitario (FE)**

En cuanto al factor estado fisiológico y sanitario (FE), se han encontraron 202 ejemplares muertos (secos) lo que representa 3,79%, mientras que en estado óptimo 1.983 ejemplares (37,20%) (Tabla 5).

De los resultados obtenidos es alarmante que más del 50% de los ejemplares relevados presenten condiciones que distan de un estado fisiológico y sanitario bueno u óptimo. Es importante revertir esta situación como parte de una acción conjunta de las autoridades correspondientes, profesionales idóneos y el compromiso ciudadano. Así mismo Sorensen *et al.* (1998) mantienen que gran parte del éxito del manejo de las áreas verdes depende de la participación pública.

La capacidad de mejora ambiental que produce un vegetal es influenciada por su estado fisiológico y nutricional. Plantas debilitadas manifiestan síntomas en su ritmo de crecimiento y características del follaje (disminución del vigor y del área foliar), que repercuten directamente en el efecto producido por el ejemplar sobre el medio. De igual manera, la incidencia de plagas y enfermedades reduce el valor ambiental de las especies. Por tanto, dichos elementos de juicio deben considerarse en el análisis del valor ambiental. Se pondera globalmente el estado fisiológico, nutricional y sanitario del vegetal, teniendo en cuenta la incidencia de factores adversos: enfermedades y plagas, y su grado de recuperabilidad, con posibles tratamientos adecuados (Codina y Barón, 2003).

## **Persistencia del follaje**

Se han encontrado 57 especies de follaje caduco (caducifolio) lo que representa el 49% y 53 especies de follaje persistente (perennifolio) lo que significa un 45%. Mientras que las especies de comportamiento intermedio (Semicaducos) fueron 7 (6%) (Tabla 2).

Las especies de hojas caducas tienen una ventaja sobre las de follaje perenne, ya que, si bien el sombreado es uno de los objetivos centrales del arbolado urbano, existen períodos del año durante los cuales este es indeseable, ya que la insolación puede ser necesaria durante la estación fría (Grau y Kortsarz, 2012).

En general para áreas urbanas, conviene elegir árboles de hojas caducas y pequeñas o medianas puesto que obstruyen menos los desagües y permiten un fácil barrido y recolección (CPIC, 2013).

## **Medición de biodiversidad**

Según los resultados obtenidos de la medición de biodiversidad de la silvicultura urbana (Tabla 6); el mayor valor del índice de diversidad de Shannon se obtuvo para el RAU ( $H'=3,6086139$ ). Con respecto a la diversidad de especies este índice normalmente toma valores entre 1 y 4,5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos" (Golicher *et al.*, 2006); por su parte Mora-Donjuán *et al.* (2017) sostiene que el mismo se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran "bajos" y superiores a 3 son "altos"; por lo tanto en referencia a los valores propuestos el resultante de este trabajo posee una biodiversidad total en el área considerada alta; también así para el VVI y el RAU, siendo mayor para este último. Resultados similares se obtuvieron en Cuenca (Ecuador), donde Cordero *et al.* (2015) analizaron una situación similar al objeto de estudio; encontrando 92 especies distintas pertenecientes a 6.212 individuos (árboles) y con un Índice de Shannon de 2,87 que puede ser interpretado como un valor medio de biodiversidad urbana.

El índice de equidad de Shannon para VVI arrojó 0,65329062, para RAU 0,77142208 mientras que la biodiversidad total fue de 0,68678582; como este índice tiene en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, considerando que los valores obtenidos con este índice se encuentran entre 0 y 1, con 1 representando una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988), se puede decir por lo tanto que el área considerada presenta un grado medio de equidad, si bien como se mencionó anteriormente el índice de diversidad arroja buenos resultados, este índice nos muestra que la distribución equitativa de las especies dista de la optima. Los valores obtenidos del análisis se encuentran en su mayoría en un rango próximo a 1; aunque en el recinto ambiental urbano fue mayor, lo que significa que existe en esta zona una mayor equidad que el obtenido para el vecindario verde inclusivo.

Correa-Galleguillos *et al.*, (2014), estudiaron la estructura y composición de los parques en el área metropolitana de Santiago (Chile) encontrando que el parque La Bandera es el que presenta mayor índice de equidad (0,99), lo que significa que sus especies están bien distribuidas en términos de abundancia dentro del área. Por otro lado, el parque La Cañamera es el que presenta menor índice de equidad con el valor de 0,51. En el caso de La Cañamera, esto coincide con la baja diversidad, lo que se explica por la gran dominancia de una sola especie: *Maytenus boaria* (maitén).

El índice de Margalef, de riqueza específica, resultó en todos los casos muy por encima de los valores de referencia establecidos, para VVI fue de 14,7188859; para RAU de 10,5541113 mientras que para la biodiversidad total fue de 15,5312752. Se considera para este índice que valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995); teniendo en cuenta esta referencia todos los ámbitos evaluados en este estudio presentan una riqueza específica alta o elevada. Mientras que EPM (2011) sostiene que los valores de este índice aumentan a medida que el número de especies crece y varían desde 0 hasta infinito. Niveles altos de riqueza se asocian con mejores condiciones ecológicas de las comunidades. Es importante destacar que en el área denominada RAU, se obtuvo el menor índice de riqueza específica; en tanto que el mayor valor obtenido fue en el total del área estudiada. En el área urbana de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Méjico), la comunidad vegetal evaluada presenta una riqueza específica clasificada como alta, (DMg=7,62) (Alanís *et al.*, 2014); teniendo en cuenta este valor de referencia podemos inferir que el área estudiada presenta también una alta riqueza específica.

Mientras que el índice de Berger Parker, de dominancia, resultó mayor en lo que se denominó VVI ( $d=0,28823288$ ). El índice de Berger Parker mide la dominancia de la especie más abundante, que para el VVI es el fresno (*Fraxinus americana*). Mientras que para el RAU es el lapacho (*Handroanthus heptaphyllus*) ( $d=0,19945726$ ). Queda evidenciado que la comunidad elige el fresno para implantarlo en sus veredas, dando una trama muy homogénea al arbolado de alineación. No ocurre así en las plazas principales (RAU), que funcionan a modo de gran pulmón verde del centro de la ciudad con sus 8 hectáreas en total, en esta área la especie más dominante es el lapacho, el cual otorga un atractivo característico con su vistosa floración rosada. El índice de Berger Parker para el área total demuestra que la especie más dominante es el fresno. El índice de Berger-Parker se traduce como una disminución en la equidad y un aumento en la dominancia (Gutiérrez y Linares, 2002). Éste es un índice de dominancia que varía entre 0 y 1, cuanto más se acerca a 1 significa que mayor es la dominancia y menor la diversidad (Hernández *et al.*, 2008); denota que existe mayor dominancia para fresno en comparación con el valor arrojado por el lapacho.

Las medidas de diversidad sobre todo en áreas urbanas, donde la comunidad recibe un beneficio inmediato del árbol urbano, son consideradas como indicadoras del bienestar de los sistemas ecológicos en su conjunto (Magurran, 1988). Los ecólogos urbanos revaloraron la importancia de aplicar el concepto de diversidad en el medio urbano, después de que una epidemia causada por un hongo (*Ceratocystis ulmi*) acabó prácticamente con todos los olmos (*Ulmus americana*) de diversas ciudades de Estados Unidos, que integraban casi el 50% de todo el arbolado. Esto apunta al concepto que, a menor diversidad de especies, la población de árboles es más vulnerable a cambios ambientales (heladas, sequías) y ataque de plagas y enfermedades, entre otros. De esta manera, se sugiere que ninguna especie debe sobrepasar el 5% de la población total del arbolado de una ciudad. Si bien, actualmente puede decirse que no existe una ciudad que cumpla con esta condicionante, debido a que el número de especies arbóreas empleadas en las zonas urbanas de la mayoría de las ciudades es limitado, lo que restringe el acceso a opciones diferentes (Terrazas *et al.*, 1999).

## VII-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que el área estudiada en la ciudad de Resistencia cuenta con 6.352 ejemplares donde se encuentran representadas 48 familias botánicas con 137 especies de las cuales el 69% son exóticas, existiendo una abundancia notable de *Fraxinus americana*.

Con respecto al análisis de la vegetación activa se encontró que un 81,20% de las especies poseen textura de follaje medio pudiendo inferir en la predominancia de latifoliadas. En tanto que el estado fisiológico y sanitario vislumbró que solamente un 37% del arbolado urbano se encuentra en condiciones óptimas y un 50% con malas condiciones de manejo. Analizando persistencia de follaje se ha encontrado que este parámetro se halla equilibrado entre especies perennifolias y caducifolias.

La biodiversidad a partir de los datos analizados dice que existe un índice de diversidad taxonómica alto en todos los ámbitos analizados destacándose como valor más elevado en las zonas de las 5 plazas principales de la ciudad de Resistencia; la riqueza y dominancia específica son altas denotándose que para este último existe en el vecindario verde inclusivo predominancia de la especie *Fraxinus americana* mientras que en el recinto ambiental urbano o plazas el predominio es de *Handroanthus heptaphyllus*. Por último, la equidad de especies arrojó un valor más próximo a la unidad en el recinto ambiental urbano lo que significa que existe en esta zona una mayor equidad y este valor fue menor para el vecindario verde inclusivo.

Considerando que Resistencia (Chaco) pertenece a una de las regiones forestales más ricas de nuestro país, es importante hacer un aprovechamiento del recurso forestal nativo para aumentar la biodiversidad del arbolado urbano, que además de todos los beneficios conocidos incorporan valor al patrimonio cultural, mejor adaptación a las condiciones naturales de nuestra zona y en su mayoría son más longevas que las especies exóticas lo que aportaría mayor simplicidad de manejo.

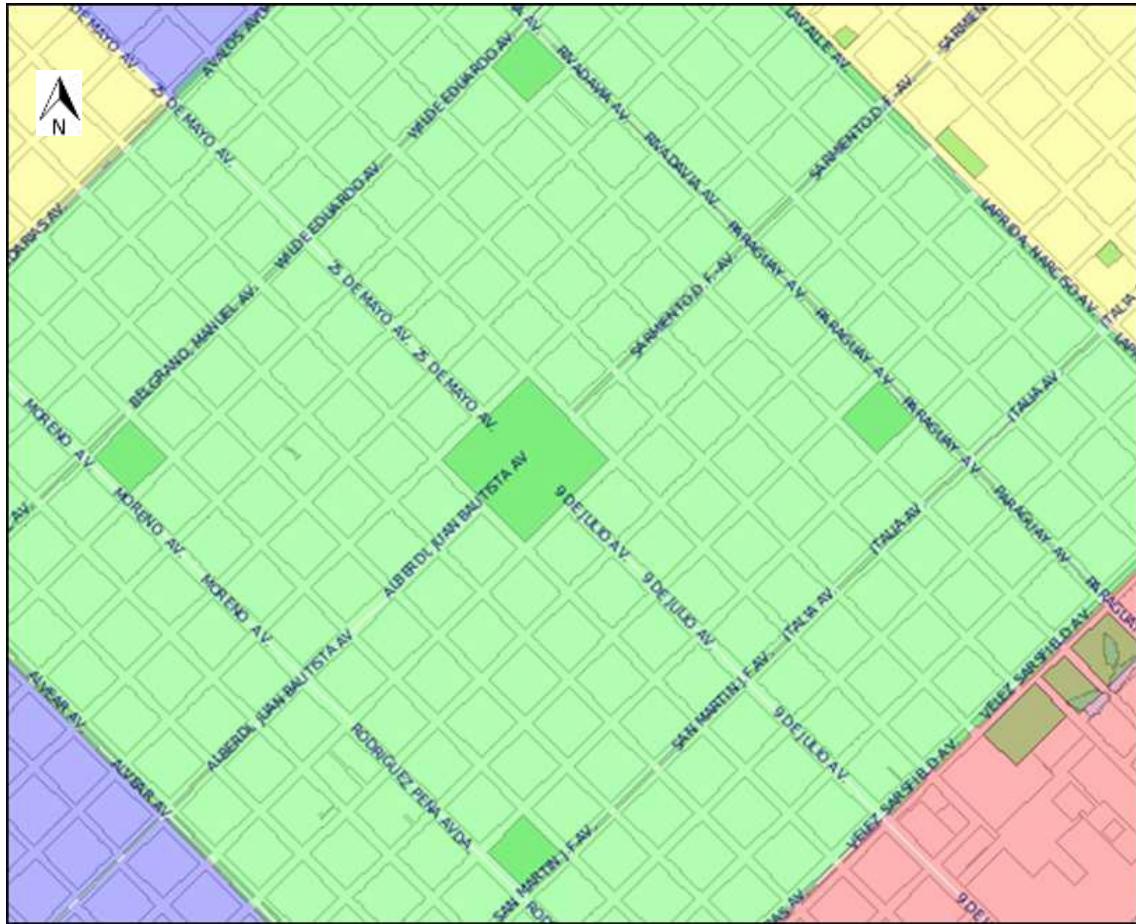
Es importante recomendar que al momento de la planificación del arbolado urbano; más precisamente en la elección del árbol urbano se tenga en cuenta su procedencia, prefiriendo siempre especies forestales nativas de la zona o región de incumbencia; su porte y altura; su espacio vital para su adecuado desarrollo radicular y general; se prefiere especies con fuste único, sin exudados, olor y/o desprendimientos; raíz poco intrusiva, copa acorde a su espacio vital con una trasparencia o densidad adecuada al lugar establecido; crecimiento rápido y buena rusticidad; preferentemente sin plagas y enfermedades que ocasionen molestias a la comunidad y una alta adaptación a condiciones adversas; como así también capaz de brindar un servicio ambiental (mejoramiento de suelos, atracción de fauna, conformación de espacios, atenuación de olores o vientos entre otros).

Para la zona de estudio podrían recomendarse especies nativas para veredas pequeñas como ser: *Acacia aroma*, *Acacia atramentaria*, *Cercidium praecox*, *Eugenia uniflora*, *Geoffroea decorticans*, *Jodina rhombifolia*, *Sesbania punicea*, entre otras; y arboles medianos como *Albizia inundata*; *Libidibia paraguariensis* (*Caesalpinia paraguariensis*), *Cordia trichotoma*, *Jacaranda mimosifolia*, *Lonchocarpus fluvialis*, *Luehea divaricata*, *Prosopis nigra*, *P. alba*, *Croton urucurana*, *Pterogyne nitens*, *Sapindus saponaria*, *Sapium haematospermum*, *Senna spectabilis*, *Tabebuia nodosa*.

Para que trabajos de investigación como el presente tengan una aplicación práctica que resulte en beneficios para el buen desarrollo del bosque urbano, es necesario que exista una verdadera vinculación entre la ciudadanía local, autoridades gubernamentales e

instituciones académicas, como universidades e instituciones de investigación, con personal técnico capacitado para desarrollar las técnicas de manejo y de mantenimiento, con la finalidad de establecer un plan de manejo de los ecosistemas forestales urbanos, en el entendido claro y preciso de los beneficios que los árboles urbanos en buenas condiciones, otorgan para todos y cada uno de los habitantes de cualquier ciudad de este planeta.

## **VIII-CUADROS Y GRAFICOS**



**Figura 1.** Área de estudio. Microcentro de la ciudad de Resistencia, Chaco.



**Figura 2.** Vista aérea del área de estudio. Se muestran las cinco plazas principales (Recinto ambiental urbano) de la ciudad de Resistencia, Chaco.

**Tabla 1:** Modelo de ficha de relevamiento utilizada.

Identificación del ejemplar		Sanidad					Espécimen inclinado			Porte			Ancho medio de hoja (mm)											
Género	especie	sano	enfermo		seco	parasitado	plagado	X	XX	XXX	Árbol	Arbusto	Palmera											
			grado de enfermedad																					
			X	XX																				

**Tabla 2:** Existencias, clasificación, abundancia relativa, origen geográfico y persistencia de follaje de ejemplares relevados en la ciudad de Resistencia, Chaco.

C	Familia	Nombre Científico	Nº Individuos	Ab%	Origen biogeográfico	Follaje
1	Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	23	0,362%	Exótica	Caducifolio
2	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	42	0,661%	Exótica	Perennifolio
3		<i>Schinopsis balansae</i>	6	0,094%	Nativa	Perennifolio
4		<i>Schinus molle</i>	6	0,094%	Nativa	Perennifolio
5	Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	1	0,016%	Exótica	Perennifolio
6	Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica*</i>	1	0,016%	Exótica	Perennifolio
7		<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	3	0,047%	Nativa	Perennifolio
8		<i>Nerium oleander</i>	2	0,031%	Exótica	Perennifolio
9		<i>Plumeria rubra</i>	9	0,142%	Exótica	Caducifolio
10		<i>Thevetia peruviana</i>	19	0,299%	Exótica	Perennifolio
11		<i>Trachelospermum jasminoides</i>	5	0,079%	Exótica	Perennifolio

12	Araliaceae	<i>Aralia elata</i>	1	0,016%	Exótica	Caducifolio
13		<i>Schefflera arborícola</i>	2	0,031%	Exótica	Perennifolio
14	Araucariaceae	<i>Marywildea bidwillii</i>	2	0,031%	Exótica	Perennifolio
15		<i>Araucaria heterophylla</i>	1	0,016%	Exótica	Perennifolio
16	Areceae	<i>Acrocomia aculeata</i>	47	0,740%	Nativa	-
17		<i>Archontophoenix alexandrae</i>	1	0,016%	Exótica	-
18		<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	50	0,787%	Exótica	-
19		<i>Caryota mitis</i>	2	0,031%	Exótica	-
20		<i>Caryota urens</i>	11	0,173%	Exótica	-
21		<i>Copernicia alba</i>	57	0,897%	Nativa	-
22		<i>Dypsis decaryi</i>	1	0,016%	Exótica	-
23		<i>Dypsis lutescens</i>	114	1,795%	Exótica	-
24		<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	9	0,142%	Exótica	-
25		<i>Livistona chinensis</i>	5	0,079%	Exótica	-
26		<i>Phoenix sp.</i>	228	3,589%	Exótica	-
27		<i>Ravenea sp</i>	1	0,016%	Exótica	-
28		<i>Rhapis excelsa</i>	31	0,488%	Exótica	-
29		<i>Roystonea sp.</i>	33	0,520%	Exótica	-
30		<i>Sabal sp.</i>	2	0,031%	Exótica	-
31		<i>Serenoa repens</i>	1	0,016%	Exótica	-
32		<i>Syagrus romanzoffiana</i>	354	5,573%	Nativa	-
33		<i>Trachycarpus fortunei</i>	9	0,142%	Exótica	-
34		<i>Trithrinax campestris</i>	1	0,016%	Nativa	-
35		<i>Washingtonia sp.</i>	66	1,039%	Exótica	-
36	Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia</i>	9	0,142%	Nativa	Perennifolio
37	Bignoniaceae	<i>Bignonia radicans*</i>	7	0,110%	Exótica	Caducifolio
38		<i>Handroanthus albus</i>	6	0,094%	Nativa	Caducifolio

39		<i>Handroanthus chrysotrichus (Tabebuia chrysotricha)</i>	73	1,149%	Exótica	Caducifolio
40		<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	719	11,319%	Nativa	Caducifolio
41		<i>Handroanthus pulcherrimus (Tabebuia pulcherrima)</i>	40	0,630%	Nativa	Caducifolio
42		<i>Jacaranda mimosifolia</i>	101	1,590%	Nativa	Caducifolio
43		<i>Podranea ricasoliana*</i>	2	0,031%	Exótica	Perennifolio
44		<i>Spathodea campanulata</i>	38	0,598%	Exótica	Caducifolio
45		<i>Tecoma stans</i>	9	0,142%	Nativa	Caducifolio
46	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	3	0,047%	Nativa	Perennifolio
47	Bombacaceae	<i>Chorisia sp. (Ceiba sp.)</i>	76	1,196%	Nativa	Caducifolio
48	Boraginaceae	<i>Cordia americana</i>	14	0,220%	Nativa	Caducifolio
49	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	1	0,016%	Nativa	Perennifolio
50	Cervantesiaceae	<i>Acanthosyris falcata</i>	1	0,016%	Nativa	Perennifolio
51	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	6	0,094%	Exótica	Caducifolio
52	Cupresaceae	<i>Cupressus sp.</i>	42	0,661%	Exótica	Perennifolio
53		<i>Juniperus communis</i>	15	0,236%	Exótica	Perennifolio
54		<i>Taxodium distichum</i>	2	0,031%	Exótica	Caducifolio
55		<i>Thuja sp.</i>	49	0,771%	Exótica	Perennifolio
56	Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i>	27	0,425%	Exótica	Perennifolio
57	Ericaceae	<i>Rhododendron sp.</i>	32	0,504%	Exótica	Perennifolio
58	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia milii</i>	1	0,016%	Exótica	Caducifolio
59	Fabaceae	<i>Parasenegalnia visco</i>	3	0,047%	Nativa	Caducifolio
60		<i>Albizia inundata</i>	1	0,016%	Nativa	Caducifolio
61		<i>Albizia lebbeck</i>	139	2,188%	Exótica	Caducifolio
62		<i>Bauhinia sp.</i>	212	3,338%	Nativa	Caducifolio
63		<i>Libidibia paraguariensis</i>	4	0,063%	Nativa	Caducifolio
64		<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	1	0,016%	Exótica	Perennifolio

65		<i>Cassia fistula</i>	70	1,102%	Exótica	Caducifolio
66		<i>Delonix regia</i>	343	5,400%	Exótica	Semicaduco
67		<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	13	0,205%	Nativa	Caducifolio
68		<i>Erythrina crista galli</i>	21	0,331%	Nativa	Caducifolio
69		<i>Erythrina dominguezii</i>	4	0,063%	Nativa	Caducifolio
70		<i>Geoffroea decorticans</i>	4	0,063%	Nativa	Caducifolio
71		<i>Gleditsia amorphoides</i>	1	0,016%	Nativa	Caducifolio
72		<i>Inga edulis</i>	1	0,016%	Nativa	Caducifolio
73		<i>Laburnum anagyroides</i>	4	0,063%	Exótica	Caducifolio
74		<i>Leucaena leucocephala</i>	37	0,582%	Exótica	Caducifolio
75		<i>Peltophorum dubium</i>	126	1,984%	Nativa	Semicaduco
76		<i>Prosopis sp.</i>	3	0,047%	Nativa	Caducifolio
77		<i>Pterogyne nitens</i>	15	0,236%	Nativa	Semicaduco
78		<i>Schizolobium parahyba</i>	1	0,016%	Exótica	Caducifolio
79		<i>Senna spectabilis (Cassia carnaval)</i>	16	0,252%	Nativa	Caducifolio
80		<i>Tipuana tipu</i>	268	4,219%	Nativa	Caducifolio
81	Fagaceae	<i>Quercus palustris</i>	2	0,031%	Exótica	Caducifolio
82		<i>Quercus petraea</i>	1	0,016%	Exótica	Caducifolio
83		<i>Quercus robur</i>	8	0,126%	Exótica	Caducifolio
84	Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	4	0,063%	Exótica	Caducifolio
85	Junglandaceae	<i>Carya illinoinensis</i>	8	0,126%	Exótica	Caducifolio
86	Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	9	0,142%	Exótica	Perennifolio
87		<i>Persea americana</i>	8	0,126%	Exótica	Perennifolio
88	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	115	1,810%	Exótica	Caducifolio
89	Magnoliaceae	<i>Liriodendron tulipifera</i>	3	0,047%	Exótica	Caducifolio
90		<i>Magnolia grandiflora</i>	1	0,016%	Exótica	Perennifolio
91	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	14	0,220%	Exótica	Perennifolio

92	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	9	0,142%	Nativa	Caducifolio
93		<i>Melia azedarach</i>	24	0,378%	Exótica	Caducifolio
94		<i>Toona ciliata</i>	3	0,047%	Exótica	Caducifolio
95	Moraceae	<i>Broussonetia papyrifera</i>	1	0,016%	Exótica	Caducifolio
96		<i>Ficus auriculata</i>	4	0,063%	Exótica	Perennifolio
97		<i>Ficus benjamina</i>	44	0,693%	Exótica	Perennifolio
98		<i>Ficus benjamina variegata</i>	78	1,228%	Exótica	Perennifolio
99		<i>Ficus elastica</i>	12	0,189%	Exótica	Perennifolio
100		<i>Ficus luschnathiana</i>	1	0,016%	Nativa	Perennifolio
101		<i>Ficus pandurata (F. lyrata)</i>	1	0,016%	Exótica	Perennifolio
102		<i>Ficus sp.</i>	11	0,173%	Exótica	Perennifolio
103		<i>Maclura tinctoria</i>	1	0,016%	Nativa	Semicaduco
104		<i>Morus alba</i>	4	0,063%	Exótica	Caducifolio
105		<i>Morus nigra</i>	24	0,378%	Exótica	Caducifolio
106	Myrtaceae	<i>Callistemon sp.</i>	14	0,220%	Exótica	Perennifolio
107		<i>Eucalyptus sp.</i>	3	0,047%	Exótica	Perennifolio
108		<i>Eugenia uniflora</i>	9	0,142%	Nativa	Perennifolio
109		<i>Psidium guajava</i>	3	0,047%	Nativa	Perennifolio
110	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea sp.*</i>	53	0,834%	Exótica	Perennifolio
111	Oleaceae	<i>Fraxinus americana</i>	<b>1428</b>	22,481%	Exótica	Caducifolio
112		<i>Jasminum officinale</i>	6	0,094%	Exótica	Perennifolio
113		<i>Ligustrum sp.</i>	245	3,857%	Exótica	Perennifolio
114		<i>Olea europaea</i>	1	0,016%	Exótica	Perennifolio
115	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	1	0,016%	Nativa	Semicaduco
116	Pinaceae	<i>Pinus sp.</i>	22	0,346%	Exótica	Perennifolio
117	Pittosporaceae	<i>Pittosporum tobira</i>	5	0,079%	Exótica	Perennifolio
118	Platanaceae	<i>Platanus sp.</i>	12	0,189%	Exótica	Caducifolio

<b>119</b>	Plumbaginaceae	<i>Plumbago auriculata</i>	2	0,031%	Exótica	Perennifolio
<b>120</b>	Polygonaceae	<i>Ruprechtia salicifolia</i>	2	0,031%	Nativa	Caducifolio
<b>121</b>	Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	47	0,740%	Exótica	Perennifolio
<b>122</b>	Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	20	0,315%	Exótica	Caducifolio
<b>123</b>	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	11	0,173%	Exótica	Perennifolio
<b>124</b>		<i>Prunus cerasifera</i>	1	0,016%	Exótica	Caducifolio
<b>125</b>	Rubiaceae	<i>Ixora coccinea</i>	1	0,016%	Exótica	Perennifolio
<b>126</b>	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	109	1,716%	Exótica	Perennifolio
<b>127</b>		<i>Murraya paniculata</i>	106	1,669%	Exótica	Perennifolio
<b>128</b>	Salicaceae	<i>Populus alba</i>	2	0,031%	Exótica	Caducifolio
<b>129</b>		<i>Populus nigra</i>	15	0,236%	Exótica	Caducifolio
<b>130</b>		<i>Salix babylonica</i>	1	0,016%	Exótica	Caducifolio
<b>131</b>		<i>Salix humboldtiana</i>	1	0,016%	Nativa	Caducifolio
<b>132</b>	Sapindaceae	<i>Acer campestre</i>	1	0,016%	Exótica	Caducifolio
<b>133</b>		<i>Dimocarpus longan</i>	1	0,016%	Exótica	Perennifolio
<b>134</b>		<i>Koelreuteria paniculata</i>	38	0,598%	Exótica	Perennifolio
<b>135</b>	Solanaceae	<i>Brunfelsia australis (B. pauciflora)</i>	2	0,031%	Nativa	Semicaduco
<b>136</b>	Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	10	0,157%	Nativa	Perennifolio
<b>137</b>	Verbenaceae	<i>Duranta repens</i>	84	1,322%	Exótica	Semicaduco
<b>Total</b>	<b>48</b>		<b>6352</b>	<b>100,000%</b>		

**Referencia:** C- número de orden; Ab- abundancia relativa; \*- Especies trepadoras leñosas.

**Tabla 3:** Proporción de la participación de las especies relevadas en la ciudad de Resistencia, Chaco, según su origen biogeográfico.

PROPORCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DE ESPECIES SEGÚN ORIGEN			
Nº Nativas	43	31%	
Nº Exóticas	94	69%	
Nº Total de especies	137	100%	

**Tabla 4:** Índices de vegetación activa de la silvicultura urbana de la ciudad de Resistencia, Chaco. Factor textura del follaje (FT).

FACTOR TEXTURA DEL FOLLAJE			
Textura de follaje	Ancho medio (mm)	N.º especies	Porcentaje
Muy Fina	<2	7	5,98%
Fina	2 a 5	6	5,13%
Media	5 a 100	95	81,20%
Gruesa	100 a 500	9	7,69%
Muy gruesa	>500	0	0,00%
Total		117	100,00%

**Tabla 5:** Índices de vegetación activa de la silvicultura urbana de la ciudad de Resistencia, Chaco. Factor estado fisiológico y sanitario (FE).

FACTOR ESTADO FISIOLÓGICO Y SANITARIO			
Categoría del ejemplar	FE	Nº individuos	Porcentaje
Muerto	0	202	3,79%
Muy deteriorado	0,1	372	6,98%
Débil recuperable	0,3	1003	18,82%
Mediano	0,6	1241	23,28%
Bueno	0,8	529	9,92%
Optimo	1	1983	37,20%
Total		5330	100,00%

**Tabla 6:** Medición de biodiversidad de la silvicultura urbana de la ciudad de Resistencia, Chaco.

MEDICIÓN DE BIODIVERSIDAD				
Biodiversidad	Shannon (H')	Shannon (E)	Margalef (DMg)	Berger – Parker (d)
Vecindario Verde Inclusivo	3,15949762	0,653290620	14,7188859	0,28823288
Recinto Ambiental Urbano	3,6086139	0,77142208	10,5541113	0,19945726
Total	3,37897312	0,68678582	15,5312752	0,22481108

## IX-BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA HERNÁNDEZ, C. (2014). Especies recomendadas para la arborización urbana de Montería, Colombia. Revista NODO Vol. 8 Año 8 (Nº 16): 109-117
- ALCAIDÍA DE SANTIAGO DE CALI. (2012). Manual de silvicultura urbana- Naturalizando a Cali - (Arborización Y Zonas Verdes). Acuerdo No. 016/12. 79 p.
- ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., MORA-OLIVO, A., CANIZALES, P., ROCHA, L. (2014). Estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario del noreste de México. Revista Iberoamericana de Ciencias - Vol 1 N.º 7. 93-101.
- ATLAS DE LOS BOSQUES NATIVOS ARGENTINOS. (2003). Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR, Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- ARONSON, M.F., LA SORTE, F.A., NILON, C.H., KATTI, M., GODDARD, M.A., LEPCZYK, C.A., *et al.* (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B*, 281(1780): 20133330.
- BUIZER, M., HENDRIKS, R., KRUSE, H., SCHENKELS, J. (2015). Utrecht, Países Bajos. En R. Hansen, M. Buizer, E. Rall, Y. DeBellis, B.H.M. Elands, K.F. Wiersum y A. Pauleit. Eds. Report of case study city portraits. Appendix to GREEN SURGE study on urban green infrastructure planning and governance in 20 European case studies. Informe Técnico. Bruselas, Unión Europea.
- CODINA, R., BARÓN, J. (2003). Criterio ambiental volumétrico para cálculo de espacios verdes. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXV. N° 1. 11-24.
- COOK, D.I. (1978). Trees, solid barriers, and combinations: alternatives for noise control. En G. Hopkins, ed. *Proceedings: national urban forest conference*, pp. 330 – 339. Syracuse, EE.UU., SUNY College of Environmental Science and Forestry.
- CORDERO, P., VANEGAS, S., HERMIDA, M.A. (2015). La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible. Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca, Ecuador. MASKANA, Vol. 6, No. 1 – Pp. 107-130.
- CORONEL, A., FELDMAN, S., PIACENTINI, R. (2014). Efecto de agricultura y forestación urbana y peri-urbana sobre la mitigación y adaptación al cambio climático: impactos sobre la temperatura. 33 p.
- CORREA-GALLEGUILLOS, P., DE LA BARRERA, F. (2014). Análisis de la estructura y la composición del arbolado en parques del área metropolitana de Santiago. *Chloris Chilensis*. Año 17: N° 1.
- CPIC-COLEGIO DE PROFESIONALES DE INGENIERÍA CIVIL. (2013). Una verde medida. Revista Propuesta. 63:4-6.
- DADVAND, P., VILLANUEVA, C.M., FONT-RIBERA, L., MARTÍNEZ, D., BASAGANA, X., BELMONTE, J. (2014). Risks and benefits of green spaces for children: a cross-sectional study of associations with sedentary behavior, obesity, asthma, and allergy. *Environmental Health Perspectives*, 122(12): 1329 – 1335.
- DALMASSO, A., CANDIA, R., LLERA, J. (1997). La vegetación como indicadora de la contaminación por polvo atmosférico. Mendoza. Argentina. Multequina 6:91-97

- DEMAIO, P., KARLIN., MEDINA, U. M. (2015). Árboles nativos de Argentina. Tomo 1: Centro y Cuyo. Ed. Ecoval. Córdoba. 188 p.
- DIMITRI, J. M. (1973). El libro del árbol. Tomo I. Ed. Celulosa argentina. Buenos Aires. 108 p.
- EPM (GRUPO EMPRESARIAL EPM). (2011). Actualización estudio de impacto ambiental - caracterización medio biótico. 229 p.
- FAO. (2016). Directrices para la silvicultura urbana y periurbana, por Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M. y Chen, Y. 2017. Directrices para la silvicultura urbana y periurbana, Estudio FAO: Montes Nº 178, Roma, FAO.
- GOLICHER J.D., O'HARA R.B., RUÍZ-MONTOYA L., CAYUELA L. (2006). Lifting a veil on diversity: a bayesian approach to fitting relative-abundance models. *Ecological Applications*. 16(1): 202- 212.
- GONZALEZ, W. (2013). Tipos y características de ejes urbanos de la ciudad de Resistencia según su arbolado. *ADNea Revista de Arquitectura y Diseño del nordeste argentino- Vol 1 N.º 1- Pp. 115-124 -ISSN 2347- 064X*.
- GRAU, A., KORTSARZ, A. Eds. (2012). Guía de arbolado de Tucumán. Universidad Nacional de Tucumán. Ed. Artes Gráficas Crivelli. Salta, Argentina.
- GUTIÉRREZ, J., LINARES, M. (2002) Composición Florística de la Vegetación Riparia de "Quebrada Grande", Morocelí, El Paraíso, Honduras. Tesis Lic. Ing. Agr. EAP Zamorano, Tegucigalpa.
- HERNÁNDEZ P., GIMÉNEZ, A. M., GEREZ, R. (2008). Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero, Argentina. Quebracho Nº 16 (20-31).
- HUANG, Y.J., AKBARI, H., TAHAN, H., ROSENFELD, A.H. (1987). The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 26(9): 1103 – 1116
- KHOSLA, P.K. Ed. (1996). Ecofriendly trees for urban beautification. Solan, India, Indian Society of Tree Scientists.
- KUCHELMEISTER, G. (1999). Urbanization in developing countries – time for action for national forest programs and international development cooperation for the urban millennium. Forest Policy Research Forum: The Role of National Forest Programs to Ensure Sustainable Forest Management, 14- 17 de junio de 1999, Joensuu, Finlandia.
- KUCHELMEISTER, G. (2000). Árboles y silvicultura en el milenio urbano: contribuciones a la silvicultura urbana en un mundo progresivamente urbanizado. *Unasylva* 200, Vol. 51 – Pp 49-55.
- LAMPRECHT, H. (1990). Silvicultura en los trópicos. República Federal Alemana: Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen, Eschborn. 335 p.
- LEDESMA, M. (2008). Arbolado público. Conceptos. Manejo. INTA - EEA Manfredi, Córdoba.
- LEONARDIS, R.F. (1975). El libro del árbol. Tomo II. Ed. Celulosa argentina. Buenos Aires. 142 p.

- LÓPEZ M. G., SOTTILE, M., DÁVALOS, M. (2014). Angiospermas basales – Magnolideas – Monocotiledóneas. Cátedra Botánica Sistemática y Fitogeografía, FCA, UNNE. 29 p.
- MAGURRAN, A. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179pp.
- MANGIERI, H.R., TINTO, S. C., LEONARDIS, R. F. J., ALONZO, A., REUTER, H. (1977). El libro del árbol. Tomo III. Ed. Celulosa argentina. Buenos Aires. 174 p.
- MARGALEF, R. (1995). Ecología. Barcelona, Omega.
- MARTINEZ GAMBA, R., IRSCHICK, C., BERNIO, J., BANCALANI, P., FANK, D. (2010). Listado de especies arbóreas, arbustivas y otras nativas, sugeridas para el arbolado público de la Ciudad de Puerto Rico, Misiones. Asociación civil nativos. Puerto Rico, Misiones.
- MC PHERSON, G. E. *et al.* (1994). Chicago's urban forest ecosystem: the Chicago urban forest climate project. U.S. Dep. of Agric. NE Forest Exp. Station. Tech. report NE 186. Chicago. USA. 201 pp.
- MILLER, R. (1988). Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces: Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
- MILLER, T. (1992). Ecología y medio ambiente. Introducción a la ciencia ambiental, el desarrollo sustentable y la conciencia de conservación del planeta Tierra. Iberoamérica. México. 874 pp.
- MORA-DONJUÁN, C. A., BURBANO-VARGAS, O. N., MÉNDEZ-OSORIO, C., CASTRO-ROJAS, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. Revista Forestal Mesoamericana Kurú. Vol. 14, Núm. 35 (68-75).
- MORETTON, J. (1996). Contaminación del aire en la Argentina. Universo. Buenos Aires. 125 pp.
- NILSSON, K., RANDRUP, T.B. (1997). Urban and peri-urban forestry. En Proceedings of the XI World Forestry Congress, Antalya, Turquía, 13-22 de octubre de 1997, Vol. 1, Forest and tree resources, p. 97-110. Bakanlikar, Ankara, Turquía, Orman Bakanligi. Internet: [www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/V1/T3E/1.HTM](http://www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/V1/T3E/1.HTM)
- NOWAK, D.J., CRANE, D.E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. Environmental Pollution, 116(3): 381 – 389.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). (1980). Manual de calidad del aire en el medio urbano. Washington, D.C. USA. 17-151
- PARKER, J.H. (1983). Landscaping to reduce the energy used in cooling buildings. Journal of Forestry, 81(2): 82 – 105.
- PESSON, P. (1978). Ecología Forestal. El bosque: clima, suelo, árboles, fauna. Ed. Mundiprensa. Madrid. España.
- PNUMA e ICLEI. (2008). Amsterdam, the Netherlands: conserving biodiversity through careful local and regional planning. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Local Governments for Sustainability (ICLEI) (En Internet: [http://cbc.iclei.org/Content/Docs/Case\\_study\\_Amsterdam\\_25\\_Aug\\_08\\_Final\\_pdf](http://cbc.iclei.org/Content/Docs/Case_study_Amsterdam_25_Aug_08_Final_pdf)).

RAE (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA) (2014). Diccionario de la lengua española (23.<sup>a</sup> ed.). Consultado en: <http://www.rae.es/rae.html>.

RANDRUP, T.B., FORREST, M., KONIJNENDIJK, C.C. Eds. (1999). Urban forestry – research and development in Europe. Bruselas, Unión Europea, Programa COST.

RIVAS TORRES, D. (2012). Silvicultura Urbana y Arboricultura: Discusión Conceptual. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. México. Disponible en: [http://www.rivasdaniel.com/Arbor\\_Silvi.html](http://www.rivasdaniel.com/Arbor_Silvi.html)

ROGER, E., PALACIO, M., CORIA, O., DÍAZ, R. (2016). Notas sobre la flora urbana cultivada en la ciudad de Santiago del Estero, Argentina. *Multequina* 25: 1-13.

ROIC, L., VILLAVERDE, A. (1999). Árboles y arbustos cultivados en la ciudad de Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho* 7: 79-88.

ROIG, F. A. (1976). El cuadro fitosociológico en el estudio de la vegetación. IADIZA. Mendoza. Argentina. *Deserta* 4:45-67.

ROZZI, R., MASSARDO, F. SILANDER, J., DOLLENZ, O., CONNOLLY, B., ANDERSON, C., TURNER, N. (2003). “Árboles nativos y exóticos en las Plazas de Magallanes”. *Anales Instituto Patagonia (Chile)* 31:27-42.

RUCHESI, J.A. (1995). Análisis de los espacios verdes de la ciudad de resistencia. Mimeo, 16 p

RUCHESI, J.A. (1999). Propuesta de ordenación del arbolado urbano de la ciudad de Resistencia. Tesis de Maestría en Gestión Ambiental y Ecología. UNNE.

SCHULZE, E. D. (1982). Plant life forms and their carbon, water and nutrient relations. Enc. of Plant Phys. Vol. 12-B: 616-667.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE DE MEDELLÍN. (2015). Manual de silvicultura urbana para Medellín- Gestión, Planeación y manejo de la infraestructura verde. Fondo Editorial Jardín Botánico de Medellín. Medellín. 395 pp.

SEOÁNEZ CALVO, M. (1996). Ingeniería del medio ambiente aplicada al medio natural continental. Mundi Prensa. Madrid. 701 pp.

SORENSEN, M., BARZETTI, K., WILLIAMS, J. (1998). Manejo de áreas verdes urbanas: documento de buenas prácticas. Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo.

TAYLOR, M.S., WHEELER, B.W., WHITE, M.P., ECONOMOU, T. OSBORNE, N.J. (2014). Research note: Urban street tree density and antidepressant prescription rates – a cross-sectional study in London, RU. *Landscape Urban Planning*, 136: 174 – 179. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.12.005.

TERRAZAS, T., CORTÉS, M., SEGURA, S., TORRES, B., OLALDE, I., VILLASANA, L., TAPIA, J. (1999). La vegetación urbana del campus universitario y la polémica del eucalipto. Programa de Mejoramiento de las Áreas Verdes del Campus Universitario. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.

TEWARI, D.N. (1995). *Forests, gardens, Parks and urban environment*. Dehra Dun, India, International Book Distributors.

TOVAR-CORZO, G. (2013). Aproximación a la silvicultura urbana en Colombia. Bitácora 22, 119-136 pp.

URIBE, E. (1998). "Enverdecimiento urbano en Colombia", pp. 253-304. En: Krishnamurthy, L. & Rente, J. (Edit.), Áreas verdes en Latinoamérica y el Caribe. Bogotá: Banco Interamericano de Desarrollo.

WOLF, K. (1998). Urban forest values: economic benefits of trees in cities. Factsheet #29. Seattle, EE.UU., Universidad de Washington.