

SUSTENTABILIDAD DEL BOSQUE URBANO EN EL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MENDOZA. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN DE LAS ARBOLEDAS.

M. A. Cantón¹, C. de Rosa², H. Kasperidus³

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV INCIHUSA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas – CRICYT C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza
Tel. 261-4288797 – Fax 261-4287370 e-mail: macanton@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN: En entornos urbanos, el equilibrio entre el medio natural y el construido constituye una estrategia básica para la consecución de la sustentabilidad urbana. En el marco de esta estrategia “enverdecer” el espacio urbano y asegurar la condición de durabilidad de la forestación constituyen metas que tienden a revertir las actuales tendencias de desarrollo y sus efectos negativos sobre el medio ambiente y la calidad de vida del habitante urbano. El trabajo presenta parte de los resultados de una investigación realizada entre dos unidades académicas de Leipzig y Mendoza, desarrollada en el marco de la Cooperación Bilateral Científica entre Alemania y Argentina, en el que se evalúa la sustentabilidad de la arboleda urbana en el área metropolitana de Mendoza. Metodológicamente, se estudia su condición actual mediante la definición de indicadores y su evaluación comparativa con estándares definidos por diferentes autores. Los resultados obtenidos muestran fuerte concentración de ejemplares (83.78%) en 3 tipos arbóreos, alto índice de población madura (73.18%) y escasa renovación de ejemplares que marcan una tendencia moderada al incremento en el tiempo de los porcentajes de especies cuya vitalidad se orienta hacia la condición de moderado y pobre. Dicho diagnóstico permitirá -en etapas posteriores- proponer estrategias de manejo de la arboleda con el objeto de alcanzar la condición de sustentabilidad.

Palabras clave: Desarrollo urbano. Sustentabilidad. Bosque urbano.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la intensa expansión urbana que han experimentado las ciudades, como consecuencia directa de la alta tasa demográfica y de la transformación de las estructuras económicas, condujeron al abandono de las áreas rurales y la elevada concentración de la población en los asentamientos urbanos. Estos factores han tenido como efecto un inadecuado balance y equilibrio entre crecimiento, dinámica y estructura urbana y un bajo nivel de eficiencia en la utilización de los recursos y funciones ambientales que ofrecen los sistemas biofísicos de la ciudad.

Así, a la luz del desarrollo sustentable, es que en la relación sociedad-naturaleza la acción del hombre ha sido abusiva, rompiendo las reglas elementales de la conservación y reproducción de los ecosistemas naturales en donde se asientan las grandes ciudades.

La crisis ambiental como crisis de la sobrevivencia de la naturaleza ha sido abordada por los países desarrollados mediante un fuerte énfasis en el rol que juegan las áreas verdes en los contextos urbanos. Durante los últimos treinta años se ha incrementado progresivamente la conciencia y el conocimiento sobre los innumerables efectos beneficiosos que tienen los espacios verdes, las arboledas y la biomasa vegetal en general, sobre las condiciones ambientales de los medios urbanos. El listado de estos beneficios es extenso y ya bien conocido: el mejoramiento del clima urbano, particularmente la mitigación de la intensidad de la “isla de calor” urbana en climas con importantes niveles de radiación solar; la rehidratación de la atmósfera en ciudades de climas áridos, el refrescamiento del aire y la consecuente reducción de las cargas térmicas de verano y los ahorros de energía asociados; la absorción de gases de invernadero, CO₂ principalmente, y la liberación de oxígeno; el filtrado de partículas en suspensión y la absorción de ruido por el follaje de los árboles; el incremento de las condiciones de confort en los espacios públicos durante las estaciones cálidas y finalmente la provisión de espacios para uso recreativo y un aporte significativo a la estética urbana. (Mc Pherson, 1998).

El “enverdecimiento urbano” (urban greening) se ha convertido en una estrategia básica para el mejoramiento de la calidad de vida del habitante urbano y la consecución del desarrollo sustentable.(Clarck, J.R. et al., 1998). En las ciudades de los países en vías de desarrollo, si bien existen prioridades mucho más apremiantes, es también evidente que la preocupación por la calidad de vida y la sustentabilidad futura no puede ser ignorada ni postergada.

¹ Investigador Asistente CONICET

² Investigador Principal CONICET

³ Projectbereich Urbane Landschaften. Umweltforschungszentrum.UFZ.Leipzig.

El trabajo expone parte de los resultados de una investigación realizada entre dos unidades académicas de Leipzig y Mendoza desarrollada en el marco de la Cooperación Bilateral Científica entre Alemania y Argentina en torno al siguiente planteo: Si bien la arboleda urbana de Mendoza, constituye un valioso patrimonio ambiental y cultural, de significativo aporte a la calidad ambiental de la ciudad, no puede ignorarse que en su estado actual de desarrollo presenta numerosos signos de deterioro que tienden a agravarse en el tiempo. El estudio de sus condiciones actuales y la formulación de un diagnóstico permitirá- en etapas posteriores- proponer estrategias de manejo de la arboleda que tiendan a alcanzar la condición de sustentabilidad.

CARACTERIZACION URBANA DE LA CIUDAD EN ESTUDIO

Mendoza

Emplazada sobre el piedemonte de la Cordillera de los Andes, en una zona sísmica, se desarrolla en el borde de un oasis artificial situado en el extremo noroeste de la provincia de Mendoza, Argentina, conformando una “isla” en el gran espacio semidesértico. El clima se caracteriza por los inviernos fríos, veranos calurosos con importantes amplitudes diarias y estacionales de la temperatura y escasas lluvias. La cantidad e intensidad de radiación solar es elevada debido a los numerosos días de cielo claro. Estos factores climáticos definen un tipo de clima mesotermal árido caracterizado por las siguientes variables: : Temperatura media anual (°C): 16.5, Temperatura media enero (°C): 24.9, Temperatura media julio (°C): 7.3. Precipitaciones: 151 mm anuales. Radiación solar horizontal media anual (MJ m⁻²): 18.40. Cantidad de horas anuales de sol: 2762.

El Área metropolitana de Mendoza (AMM) es un conglomerado urbano integrado por seis departamentos cuyos valores poblacionales lo convierten en la cuarta ciudad de la Argentina. Su crecimiento y desarrollo ha tenido una estrecha relación con el perfil agroindustrial que caracteriza a la provincia. En la actualidad viven alrededor de 960.000 personas, es decir más del 60% de la población de la provincia, existiendo un claro predominio del área urbana sobre la rural. Entre otros datos el AMM concentra el 74% de los empleados del sector terciario, consume el 75% de la energía producida y concentra el 70% de la producción industrial.

La ciudad de Mendoza, como el resto de las ciudades nacidas bajo el signo de la conquista y colonización española presentó durante las tres primeras centurias de su existencia una estructura urbana que no difirió demasiado de las del resto de las ciudades diseminadas por el territorio argentino, aunque condicionada por el desierto y los movimientos telúricos. El terremoto de 1861 marcó un fuerte punto de inflexión en su desarrollo replanteándose su ubicación y su diseño. El nuevo proyecto respetó la traza en damero e incluyó en su diseño principios urbanísticos derivados del urbanismo francés: amplios espacios abiertos conformados bajo el modelo de plaza central y plazas periféricas y equidistantes de la principal, anchos de calles de 20, 30 y 40 m, arboledas y perspectivas en fuga.

Las sucesivas etapas del desarrollo urbano se expresan en la actual estructura espacial del AMM en el que se identifican 16 unidades estructurales urbanas (Boem et al.1999) que caracterizan al espacio urbano desde el punto de vista funcional y morfológico.

Los espacios verdes coexisten armónicamente según dos niveles: el de la trama urbana global a lo largo de calles, plazas y parques, y el nivel de detalle localizado, es decir, situaciones particulares de cada manzana urbana en donde el espacio verde es el resultante de la articulación de los volúmenes construidos. En relación a ellos la arboleda urbana es largamente la más significativa e interactúa con el ámbito construido definiendo distintas estructuras urbano-espaciales:

- *Area Central:* Estructura verde consolidada, continua, de tipo abovedada. Densidad de edificación alta y media con tipologías edilicias de varios niveles sobre la línea municipal.
- *Area Residencial Pericentral y Periférica:* Estructura verde consolidada, abierta y discontinua. Densidad de edificación media y baja. Viviendas unifamiliares y ocasionales unidades de desarrollo vertical.
- *Conjuntos de viviendas sociales y asentamientos no planificados:* Forestación urbana escasa, o inexistente. Viviendas económicas de construcción por iniciativa estatal, gestión cooperativa o autoconstruidas.

METODOLOGIA

El análisis y diagnóstico de la condición de sustentabilidad del bosque urbano de la ciudad en estudio se basa en la metodología desarrollada por McPherson (1998) . La misma consiste en la utilización de un conjunto de indicadores -como método de comprensión de un sistema complejo- a los efectos de evaluar el grado de preservación del arbolado. De esta forma se definen como tales a los siguientes: Diversidad de especies, Diversidad de edades, Adaptabilidad y Estado de los ejemplares.

La metodología utilizada para el análisis y evaluación de los mismos consistió en el estudio de cada indicador para el caso de la ciudad de Mendoza , la comparación de los resultados obtenidos con curvas ideales y/o resultados de la aplicación de la metodología descripta para el estado de Sacramento, California dada la condición de sustentabilidad de la arboleda urbana y el desarrollo de metodologías propias de evaluación. Se describe para cada indicador los criterios adoptados en cada uno de ellos.

El análisis de los indicadores estuvo fuertemente condicionado por el tipo, cantidad y calidad de la información disponible. El estudio se centró en el municipio de Capital por varias razones: la arboleda urbana es largamente la más significativa (45.000 ejemplares) y la que presenta mayores signos de deterioro que tienden a agravarse debido a la creciente hostilidad del entorno edificado. Por otra parte es la única comuna que cuenta con parte de la información en una base de datos actualizada. Los datos no suministrados por la misma fueron relevados in situ mediante una importante labor de campo.

En dicha comuna se seleccionó una muestra conformada por 37 manzanas representativas de las estructuras urbano espaciales descriptas anteriormente y reagrupadas según tres categorías relacionadas con la densidad volumétrica (relación entre volumen construido y superficie de terreno) predominante en el área Central y Residencial pericentral y periférica:

- Baja densidad: Densidad volumétrica de 1 a 2 m³/m²
- Media densidad : Densidad volumétrica de 2 a 4 m³/m²
- Alta densidad: Densidad volumétrica mayor de 4 m³/m²

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Diversidad de especies

El estudio del parámetro toma como referencia el estado de Sacramento, California en donde 8 tipos arbóreos conforman el 69 % de las especies de la mancha urbana. La distribución porcentual de los distintas especies alcanza valores máximos del 23.5% y mínimos del 3.5 %. Si se compara dicha distribución con la ciudad en estudio, Mendoza presenta el 83.78% de las especies concentradas en 3 tipos arbóreos (Morus alba 38.27%, Platanus acerifolia 21.52%, Fraxinius excelsior 19.36%). Los porcentajes en relación a tipos permiten observar pluralidad de especies distribuidas en forma más homogénea en el primer caso y alta concentración en el segundo. (Fig. 1)

Si se analiza cada categoría en forma independiente se observan diferentes niveles de concentración, siendo máxima en alta densidad en donde el 88.4% se distribuye entre dos tipos. Dicho porcentaje en media y baja densidad se distribuye entre 4 y 5 tipos arbóreos. Es decir, la concentración alcanza sus valores máximos en alta y decrece hacia las menores densidades constructivas. (Fig. 2)

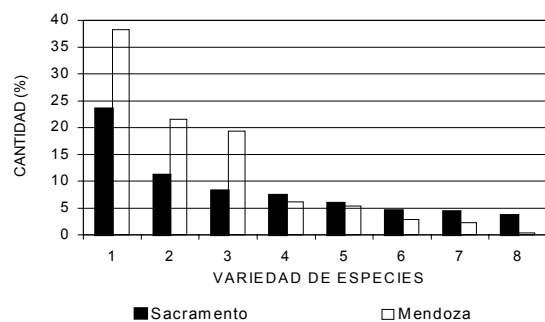


Figura 1 : Diversidad de especies.

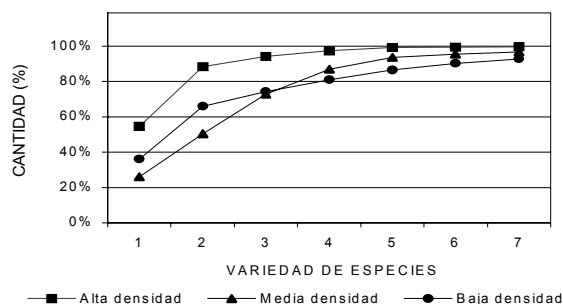


Figura 2: Participación de especies en las distintas densidades Constructivas.

Diversidad de edades

Richards (1982/1983) determina una distribución ideal de especies en donde el 40% de las mismas presentan un diámetro de tronco de 0-15cm, el 30 % de 16-46 cm, 20% de 47-76 y el 10% más de 77cm. Es decir, una tendencia decreciente en donde los máximos valores porcentuales representan a los individuos jóvenes y los mínimos valores porcentuales, a los individuos maduros.

En la Figura 3 se observa para el caso de la ciudad de Mendoza una tendencia inversa respecto a la condición ideal en el área de alta densidad en donde los máximos se concentran en la población vegetal madura (73.18%) siendo la población joven baja (15.88%) y la población nueva escasa (2.36%).

Dichos resultados reflejan la condición de una arboleda envejecida y una reducida renovación de la población vegetal.

La tendencia descrita precedentemente se revierte hacia las densidades más bajas en donde la curva resultante en el área de media densidad se inclina hacia la condición de equilibrio y se aproxima a la condición ideal en la de baja densidad. (Población joven 71.88%, Población madura 12.78%)

En relación a esta última es importante destacar el carácter residencial del área y la fuerte intervención ciudadana en la plantación de ejemplares nuevos.

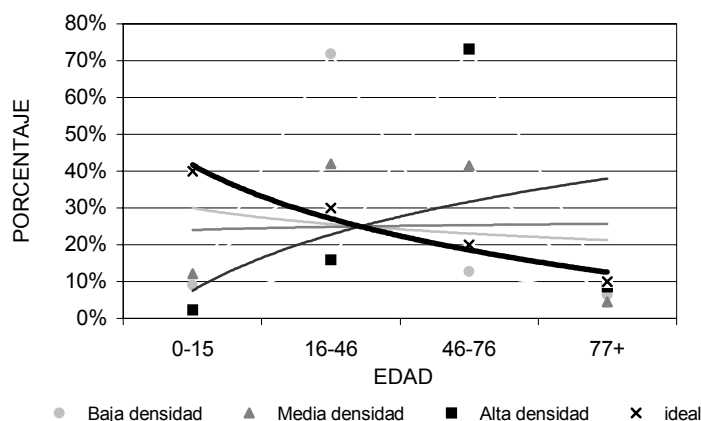


Figura 3: Diversidad de edades

Adaptabilidad

La metodología desarrollada para evaluar el parámetro consiste en el análisis de un conjunto de indicadores definidos en relación a la localización urbana de los ejemplares y las condiciones de clima del lugar (Bernatsky, 1978, Matteucci et al., 1982, Parodi, 1964). Se excluye de este análisis el estudio de las condiciones de suelo dado que la estructura del mismo cambia con la compactación y su composición puede regularse en el periodo de plantación de la especie. Dichos indicadores han sido valorados y calificados en una escala reducida de 1 a 4 de acuerdo al siguiente criterio:

La valoración de cada indicador es ponderada en función de su importancia para la implantación de la especie en medios urbanos. Se asigna el máximo valor (4) a los indicadores vitales para asegurar la supervivencia de una especie sin interferir en las actividades humanas. El valor 3 a aquellos controlables por la mano del hombre y el 2 a los indicadores no esenciales para la vida del vegetal. La valoración de cada indicador es constante para todos los ejemplares.

La calificación de los indicadores responde a la relación que se establece entre las características intrínsecas de cada especie y, las exigencias que debe reunir la misma para insertarse en medios urbanos. Dicha calificación varía según la especie. (Tabla 1)

INDICADORES	CRITERIOS DE CALIFICACION
Localización urbana	
Sistema radical	Profundo 4, Intermedio 3-2, Superficial 1
Relación tronco-copa	h tronco +4.5: 4, 4.5-3: 3, 3-1.5: 2, -1.5: 1
Tipo de crecimiento	Rápido 4, Medio 2-3, Lento 1
Longevidad*	_____
Resistencia a plagas	Muy buena 4, Buena 3, Regular 2, Mala 1
Resistencia a poda	Muy buena 4, Buena 3, Regular 2, Mala 1
Resistencia a contaminación ambiental**	_____
Condiciones de clima del lugar	
Radiación solar	160-200Kcal/cm2(Rs anual del medio): 100-160:4, +200:3, 80-100:2, -80:1 Mes+caluroso: 20-30°C: 4, 10-20: 3, 0-10: 2, -10-0: 1
Temperaturas extremas	Més+frío: - (+5)°C:4, 5-10: 3, 10-15: 2, 15-20: 1
Precipitaciones	0-220mm(precipitación anual del medio):4, 220-440: 3; 440-680:2; +680: 1
Humedad	<60%(humedad relativa del medio): 4, 60-70: 3, 70-80: 2; +80: 1

* Depende de la adaptabilidad de la especie a las condiciones ambientales.

** Se excluye de este análisis dado que no existen estudios cuantitativos de la incidencia de la totalidad de los contaminantes en las especies.

Tabla 1: Criterios de calificación de indicadores de adaptabilidad de las especies

Ponderados los indicadores individualmente, se obtiene un valor de calificación, que engloba el análisis de los mismos, de la siguiente manera:

$$\frac{v \cdot c}{\sum v} = C \quad \text{en donde:}$$

v: valoración c: calificación C: calificación final

La metodología expuesta ha sido aplicada en el caso de Mendoza para un conjunto de 7 especies cuya representatividad en el área muestral alcanza los siguientes valores: Morus alba 38.03%, Platanus acerifolia 21.42%, Fraxinus excelsior 19.39%, Fraxinus americana 6.11%, Acacia visco 5.40%, Ulmus sps 2.90%, y Melia azedarach 2.32%.

Los resultados obtenidos demuestran que el 57 % de las especies analizadas alcanza una calificación superior a tres correspondiendo a las especies más frecuentes los siguientes valores: Morus Alba 3.14, Platanus Acerifolia 3.25 y Fraxinus excelsior 3.19. (Tabla 2) Los valores obtenidos indican un grado de adaptabilidad al medio elevado.

INDICADORES	Morus alba		Platanus acerifolia		Fraxinus excelsior		Ulmus spsvisco		Acacia		Fraxinus americana		Melia azedarach		
	v	c	v.c	c	v.c	c	v.c	c	v.c	c	v.c	c	v.c	c	
Localización urbana															
Sistema radical	4	3	12	3	12	4	16	1	4	3	12	3	12	3	12
Relación tronco-copa	3	3	9	4	12	3	9	4	12	2	6	2	6	3	9
Tipo de crecimiento	4	4	16	4	16	4	16	4	16	2.5	10	3	12	4	16
Longevidad*															
Resistencia a plagas	4	3	12	3	12	3	12	1	4	4	16	2	8	4	16
Resistencia a poda	4	2,5	10	4	16	3	12	3	12	3	12	2	8	4	16
Resistencia a cont. ambiental**															
Condiciones de clima del lugar															
Radiación solar	4	3	12	3	12	3	12	4	16	3	12	3	12	4	16
Temperatura media máxima	4	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16
Temperatura media mínima	4	4	16	4	16	3	12	2	8	2	8	4	16	1	4
Precipitaciones	3	2	6	1	3	2	6	4	12	1	3	1	3	1	3
Humedad	2	2	4	1	3	3	6	2	4	3	6	1	2	2	4
Totales	36	3.14	113	3.25	117	3.19	115	2.61	94	2.83	102	2.63	95	3.11	112

Tabla 2: Adaptabilidad de las especies en el medio urbano de Capital, Mendoza

Estado

El método de diagnóstico consiste en la observación del grado de deterioro de los mismos a los efectos de determinar su vitalidad según cuatro categorías: Excelente: deterioros < 5%, Bueno: 5 –25%, Moderado: 25 – 50 %, Pobre: > 50%. De acuerdo a dicha metodología si se comparan los resultados de la ciudad de Sacramento y Mendoza puede observarse lo siguiente: Sacramento presenta una distribución progresiva y creciente con porcentajes bajos de especies en malas condiciones (10%) hasta alcanzar un 40% de especies en estado excelente (Fig. 5). Mendoza muestra – de acuerdo al relevamiento municipal – para las tres densidades constructivas en estudio, un porcentaje elevado en buenas condiciones y ninguna especie en la categoría excelente (Fig. 6). Si se observa la tendencia lineal y se la asocia a la edad de la arboleda - en la que se advierte principalmente para el área de alta densidad una fuerte carencia de especies jóvenes-, puede inferirse que en el tiempo se producirá un incremento porcentual de las especies en las categorías más bajas disminuyendo los porcentajes en la categoría de bueno.

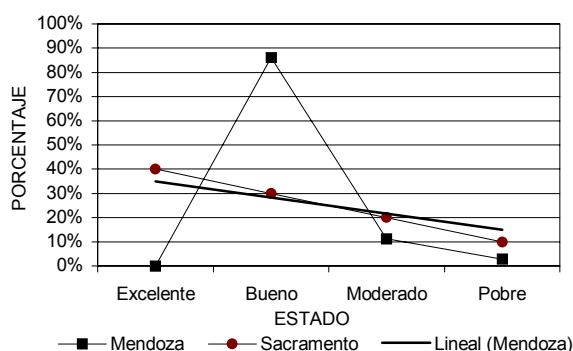


Figura 5 : Estado de las especies Mendoza – Sacramento.

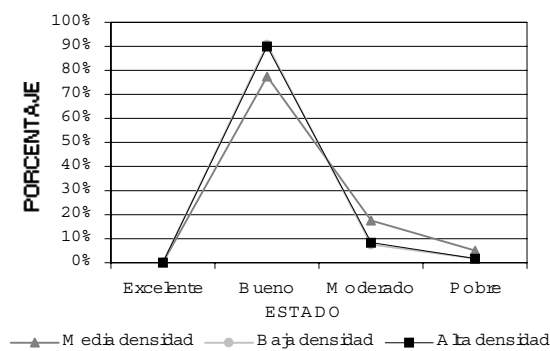


Figura 6: Estado de las especies para cada densidad constructiva.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mediante el análisis de los distintos indicadores de sustentabilidad reflejan, en términos generales, una fuerte concentración de ejemplares en pocos tipos arbóreos, siendo máxima en alta densidad y decreciente hacia las densidades más bajas. A esta condición se suma un alto índice de población madura y escasa renovación de ejemplares que marcan una tendencia moderada al incremento en el tiempo de los porcentajes de especies cuya vitalidad tiende hacia la condición de moderado y pobre.

La situación descripta alcanza niveles máximos en el área de alta densidad y decrece hacia las densidades medias y bajas. Esto se debe a que la primera – alta densidad- se emplaza en el microcentro, una de las zonas más antiguas de la ciudad en donde los ejemplares arbóreos se corresponden cronológicamente con dicha época, la renovación de ejemplares - si bien se ha iniciado - es escasa y las condiciones ambientales impactan fuertemente sobre la arboleda.

En las menores densidades se produce una transición hasta alcanzar niveles de sustentabilidad más elevados en baja densidad por tratarse de una arboleda más joven con fuerte intervención de los vecinos en la plantación y cuidado de los ejemplares como así también, mejores condiciones ambientales debido a la densidad constructiva, el menor índice de tránsito vehicular, etc.

De lo descripto se desprende que si bien “*la defensa del oasis verde, constituye en todas las comunas mendocinas un desafío que impone la llegada de la nueva centuria*”¹, alcanzar la condición de sustentabilidad requerirá a mediano y largo plazo tender a la diversidad, modificar la curva de crecimiento de la población vegetal, invertir los porcentajes de distribución de edades y fijar estándares de calidad – compatibles con la condición urbana – para la plantación de ejemplares nuevos de modo de asegurar su permanencia en el tiempo en condiciones de vitalidad aceptables.

REFERENCIAS

McPherson, E.G. (1988) Functions of Buffer Plantings in Urban Environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 22/23, pp. 281-298.

Clark, J.R., Matheny, N.P. (1998). A model of Urban Forest Sustainability: Application to Cities in the United States. *Journal of Arboriculture* 24 (2).

Boem, P., Breuste, J., Montaña, E., De Rosa, C. (1999) Diagnostico Ambiental de Entornos Urbanos – Identificación de Zonas Ambientalmente Homogéneas de las Ciudades de Leipzig y Mendoza a partir de Indicadores Funcionales y Morfológicos. *Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol.7, pp 43-54

McPherson, E.G. (1998) Structure and Sustainability of Sacramento’s Urban Forest. *Journal of Arboriculture*. Vol.24.4, pp 174-190.

Richards, N.A. (1982/1983) Diversity and Stability in a Street Tree Population. *Urban Ecology*. 7, pp 159-171.

Bernatsky, A. (1978) *Tree ecology and preservation*. New York, EE.UU.

Matteucci, S.D., Colma, A. (1982) *Metodología para el estudio de la Vegetación*. Cap.II. OEA Washington, EE.UU.

Parodi, L. (1964) *Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería*. Vol. 2.1,2. Ed. ACME. Buenos Aires, Argentina.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Ingenieros Agrónomos Cesar Burgos, Carmelo Ganci y Margarita González el asesoramiento y el generoso apoyo recibido para la realización de este trabajo. Asimismo expresan su reconocimiento a Jimena Estrella por la importante labor de campo desarrollada.

ABSTRACT: In urban settings, the balance between natural and man-made environments is a basic strategy towards the consecution of a sustainable condition in the future. Within the framework of this strategy, “greening” the urban space and assuring the durable condition of the urban forest, are goals that aim at reverting the negative impacts of the present growth trends, on the environment and on the life quality of urban dwellers.

The paper presents partial results of a study carried-out by academic units of Leipzig, in Germany and Mendoza, in Argentina, which was developed within the Bilateral Cooperation in Science and Technology between Germany and Argentina. It is aimed at evaluating the sustainable status of Mendoza’s Metropolitan Area urban forest.

Methodologically, the present condition of the forest is studied by means of defining a set of indicators, calculating their values and comparing them to standards defined by various authors.

The results obtained display a strong concentration of individuals (83.78%) of three species, a high participation of “mature” population (73.18%) and a scarce renovation of old or burdened specimens, which point-out to a tendency towards increasing of the share of individuals with moderate and poor vitality, with time. The diagnosis will allow, in future stages, to propose management strategies for the urban forest with the goal of achieving a sustainable condition in mid and long terms.

¹ Plan integral de Desarrollo Estratégico de Mendoza. Mendoza, Febrero 1998.