



IMPACTO DE LA CONDICIÓN DE ARIDEZ EN EL DESARROLLO AMBIENTALMENTE SUSTENTABLE DE CIUDADES OASIS. El caso del arbolado urbano en el Área Metropolitana de Mendoza.

Claudia F. Martínez¹, M. Alicia Cantón², Fidel A. Roig²

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA). Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA).
Centro Científico Tecnológico (CCT Mendoza) sede CRICYT C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza.
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Tel. 0261-5244310. Fax 0261-5244001. E-mail: cmartinez@mendoza-conicet.gov.ar

RESUMEN: El modelo de desarrollo urbano del Área Metropolitana de Mendoza se sustenta ambientalmente en una importante estructura verde. Dada la condición árida del emplazamiento y con el objeto de postular estrategias que garanticen su permanencia en el medio urbano, el trabajo cuantifica el grado de tolerancia a la sequía que alcanzan las especies que conforman el arbolado en la ciudad.

Se presenta la metodología de análisis y los resultados de la evaluación del impacto del déficit hídrico en el crecimiento de ejemplares jóvenes de “morera” (*Morus alba L.*), especie cuya representatividad alcanza el 38,27%.

Los resultados muestran que las variables de crecimiento -altura y área foliar- están directamente relacionadas a la disponibilidad del recurso hídrico, mientras que el diámetro de tallos crece en mayor medida (10,45%) cuando se aplica un tratamiento de riego que implica un déficit hídrico moderado.

Palabras clave: desarrollo sustentable, arbolado urbano, déficit hídrico, crecimiento vegetativo.

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas conforman complejos ecosistemas con suficiente potencial natural como para suministrar una buena calidad de vida a sus habitantes, siempre y cuando el modelo de desarrollo adoptado sea ambientalmente sustentable, culturalmente apropiado y fundado en una visión holística de la ciencia y la naturaleza. Desde el punto de vista ambiental, los modelos urbanos insertos en estos contextos han tenido como objetivo central la construcción de sombras como estrategia de mitigación del clima y mejora de las condiciones de habitabilidad del espacio urbano-edificio resultante de la disminución de la exposición solar del conjunto y la consecuente reducción de la acumulación de calor sobre las superficies “duras” de la ciudad (pavimentos y paramentos edilicios verticales y horizontales).

La ciudad de Mendoza se inserta en un medio semiárido caracterizado por inviernos fríos (Temperatura media del mes de julio: 7,3°C) veranos calurosos, (Temperatura media del mes de enero: 24,9°C), con importantes amplitudes térmicas diarias y estacionales y escasas lluvias (250mm anuales promedio) (Capitanelli, 1967). La cantidad e intensidad de radiación solar es elevada debido a los numerosos días de cielo claro (Cantidad de horas anuales de sol: 2762).

Desde el punto de vista urbanístico el efecto de sombreado resulta de la inserción de una trama verde -que bordea los límites de las manzanas- a una trama -que constituye el soporte físico del conjunto- del tipo abierta, es decir conformada por calles anchas (16, 20 y 30 metros). La importancia del arbolado de alineación (1.000.000 de ejemplares) asociado a la fuerte presencia de parques y plazas -relación espacio abierto/construido 1:4- han dado lugar al reconocimiento de la ciudad, a nivel nacional e internacional, por su condición de “oasis” (Bórmida, 1984) (Figura 1).

¹ Becaria Doctoral CONICET

² Investigador CONICET

Los beneficios del verde urbano están asociados al mejoramiento del clima urbano: mitigación de la intensidad de la “isla de calor” en climas con importantes niveles de radiación solar; hidratación de la atmósfera en ciudades de climas secos, humectación del aire con la consecuente reducción de las cargas térmicas de verano y los ahorros de energía asociados, entre otros. También contribuye a paliar fenómenos relacionados al crecimiento urbano de las urbes del siglo XXI: contaminación sonora, alta emisión de gases contaminantes debido a la congestión del tránsito vehicular y, el creciente empobrecimiento estético, producto del deterioro progresivo de las viejas edificaciones e infraestructuras (McPherson, 1988; Bernatzky, 1978).

En consecuencia el “enverdecimiento urbano” (urban greening) se ha convertido en una de las metas prioritarias en los países desarrollados, considerándose como una estrategia básica para el mejoramiento de la calidad de vida del habitante urbano y la consecución del desarrollo sustentable (Dwyer, 2002).

Sin embargo, la condición árida del emplazamiento impone restricciones en cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico. Esta situación tiende a agravarse en el tiempo debido a factores propios del sistema natural -disminución de las precipitaciones a mediano y largo plazo como consecuencia de cambios en el clima- y de otros factores generados por el accionar de la población -desarrollo de actividades económicas-. Si se tiene en cuenta que Naciones Unidas considera un volumen mínimo anual de agua por habitante de 1700 m³, la cuenca del Río Mendoza que abastece a la ciudad provee una disponibilidad de 1620 m³/hab/año y se estima que en el año 2020 se reducirá a 1150 m³/hab/año (Bardini, 2008; Fernández Jáuregui, 2001).

Frente a este panorama, el carácter vital y no reemplazable del recurso, y la necesidad de priorizar el consumo humano por sobre el regadío de los espacios verdes, es previsible que el arbolado urbano dependa casi exclusivamente del agua proveniente de las precipitaciones, y en consecuencia, esté sometido a condiciones severas de déficit hídrico. Como referencia puede indicarse que el requerimiento hídrico de la mayoría de las especies arbóreas presentes en la ciudad oscila entre 300-1000 mm/anales, y en el caso concreto de la especie “morera” el mismo es de 700mm/año (Roatta, 1992).

Las razones expuestas y, considerando que el modelo de desarrollo urbano se sustenta ambientalmente en la estructura verde, es necesario cuantificar el grado de tolerancia a la sequía que alcanzan las especies que conforman el arbolado en la ciudad, a fin de postular estrategias que permitan optimizar su manejo y cultivo de modo de garantizar su permanencia en el medio urbano.

El trabajo presenta la metodología de análisis general y los resultados correspondientes a la evaluación del impacto del déficit hídrico en el crecimiento de ejemplares jóvenes de “morera” (*Morus alba*), especie de uso muy frecuente en el medio urbano, cuya representatividad alcanza al 38,27% de los árboles que crecen en el Área Metropolitana de Mendoza. (Cantón, et al 2003).

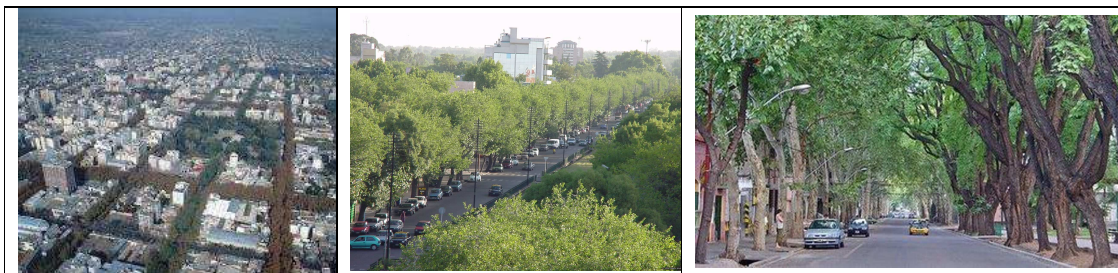


Figura 1: Vistas de la ciudad oasis de Mendoza, su configuración urbana y forestal

METODOLOGÍA

El crecimiento del arbolado depende de un conjunto de factores relativos tanto a las especies en sí mismas como al medio en el que se insertan. Respecto a este último, para el Área Metropolitana de Mendoza se identificaron variables que influyen de manera significativa en la expresión vegetativa de los forestales. Dichas variables pueden agruparse en *Variables Edilicias*, *Variables Urbanas* y *Variables propias del Arbolado*.

Dada la complejidad de las variables urbanas y edilicias que impactan en el desarrollo del arbolado y mientras se estudian estos aspectos en los árboles adultos de la ciudad (Figura 2a), se ha realizado un ensayo experimental con árboles jóvenes, bajo condiciones controladas en vivero (Figura 2b), a los efectos de evaluar la influencia de la restricción del recurso hídrico en el crecimiento de las especies arbóreas más frecuentes utilizadas en forestación urbana. En este caso en particular se muestra cómo responde la especie *Morus alba* L. “morera” a la aplicación de distintos tratamientos de riego, evaluando tres variables de crecimiento: altura, diámetro de tallos y área foliar



Figura 2: Moreras en el medio urbano (a- árboles adultos) y en el ensayo de vivero (b- plantas jóvenes).

Ensayo experimental en vivero

Localización

El ensayo se lleva a cabo en el campo experimental del CCT-Mendoza CONICET, Argentina (Latitud 32° 53' S, Longitud 68° 52' W y 827 m.s.n.m.). La Figura 3 muestra el sitio de emplazamiento (circulado) y la Figura 4 la localización de las plantas, a cubierto de posibles caídas de granizo, pero sin mayores interferencias respecto de la radiación solar incidente para no alterar el fenómeno de fotosíntesis.



Fig. 3: Vista aérea CCT-Parque-Ciudad de Mendoza.



Fig. 4: Localización del ensayo.

Diseño del ensayo y características de la muestra

El diseño experimental consiste en un ensayo de vivero que contempla cuatro especies forestales de uso común en el AMM: “morera”, “plátano”, “fresno” y “acacia visco”. La muestra seleccionada para cada especie está formada por 30 ejemplares de 2 años de edad. Los mismos están colocados en recipientes de igual volumen (macetas de 10 litros de capacidad) y con un sustrato que responde a las siguientes características:

- *Textura*: franco-arenosa con arcilla
- *Conductividad eléctrica*: 1,835 dS/m a 25°C
- *Fertilidad*: Nitrógeno: 2688 ppm; Fósforo: 8,82 ppm; Potasio: 1178 ppm; Materia Orgánica: 4,51%.

Las propiedades del sustrato utilizado se asemejan al empleado en las nuevas plantaciones que se realizan en el AMM por parte de los municipios.

Tratamientos de riego

Para la aplicación de cada tratamiento de riego, al lote de 30 plantas se lo dividió en submuestras de 10 plantas, para realizar diez repeticiones por tratamiento. Los tratamientos aplicados responden a las siguientes dosis de riego:

- ⇒ *Tratamiento T1*: Testigo bajo riego normal: se aportó el 100% del agua transpirada,
- ⇒ *Tratamiento T2*: Riego deficitario moderado: se repuso el 66% del agua transpirada y
- ⇒ *Tratamiento T3*: Riego deficitario severo: se aportó el 33% del agua transpirada.

Los riegos se han realizado durante el periodo 2007-2009 con una frecuencia de dos veces semanales durante el ciclo vegetativo activo y hasta la caída uniforme de hojas. La frecuencia de riego en el periodo invernal se redujo, siendo la misma quincenal (López Lauenstein 2005).

La cuota de riego a aplicar para cada tratamiento, se determinó en forma gravimétrica mediante diferencia de peso de cada maceta entre el valor inicial del peso a capacidad de campo y el valor del peso actual de la misma, descontando el valor incremental por aumento de masa verde debido al crecimiento de las plantas (1).

$$R_o = (P_i - P_a) \quad (1)$$

En donde:

Ro= Cuota de riego

Pi= Peso inicial a capacidad de campo

Pa= Peso actual

Con el objeto de evaluar el agua transpirada asociada a los distintos tratamientos de riego, las macetas fueron protegidas con una cobertura plástica a modo de sombrero para impedir cualquier aporte hídrico adicional (agua de lluvia, rocío, etc.). Asimismo, cada maceta se colocó sobre una bandeja colectora del agua de drenaje, para ser reincorporada respetando la dosis de riego calculada según el tratamiento.

- *Medición de variables de crecimiento*

Las variables de crecimiento cuantificadas fueron: altura, diámetro de tallos y área foliar.

El procedimiento de medición para cada una de ellas se describe a continuación:

Altura: se midió desde la base de la maceta hasta el extremo apical principal de cada planta mediante cinta métrica graduada al mm.

Diámetro de tallos: la medida se hizo a la altura del cuello de la planta, en coincidencia con el borde de la maceta, con calibre de precisión milimétrica.

Área Foliar: la medición se realizó mediante método no destructivo consistente en el uso de una plantilla de acetato graduada cuya unidad menor fue de 1cm^2 . Este procedimiento requiere primero el conteo del número de hojas por planta. Luego se superpone cada hoja debajo del acetato y se contabiliza el número de puntos interceptados por la hoja. Este procedimiento se repite para todas las hojas de cada una de las plantas seleccionadas.

Altura y diámetro se midieron para todos los individuos con frecuencia mensual desde el inicio del ensayo experimental y durante dos ciclos vegetativos consecutivos. El área foliar se midió en cuatro plantas por tratamiento seleccionadas al azar, para los meses de activo crecimiento. La alta complejidad y el tiempo que demanda la técnica adoptada en la medición de esta variable justifican la elección de esta metodología.

RESULTADOS

Este trabajo presenta el análisis de los resultados obtenidos para la especie “morera” (*Morus alba*) correspondientes a dos ciclos vegetativos completos:

- 1° Ciclo Vegetativo: comprendido entre Agosto 2007 y Julio 2008.
- 2° Ciclo Vegetativo: comprendido entre Agosto 2008 y Julio 2009.

Se toman dos ciclos anuales de crecimiento dado que es el lapso fisiológico que permite identificar tendencias de comportamiento. Esto se debe a que en el primer ciclo, las plantas responden a una situación de aclimatación al sitio y a las nuevas condiciones ecológicas, por lo que se considera un período de adaptación.

El criterio adoptado para el análisis de los resultados es el siguiente: en primer término se analiza para cada variable de crecimiento el comportamiento de las curvas obtenidas y los datos numéricos evaluados en valores absolutos. En segunda instancia y en forma conjunta se analizan las tres variables –altura, diámetro y área foliar– en valores relativos, es decir comparando los tratamientos T2 y T3 respecto al testigo T1.

Altura

El desarrollo de la curva muestra un primer ciclo con fluctuaciones resultantes de la adaptación al sitio y a las nuevas condiciones de vegetación a las que son sometidas las plantas. La misma se estabiliza desde el mes abril-2008 coincidente con el inicio de entrada paulatina en el receso vegetativo. A partir de septiembre de 2008 se observa una marcada tendencia de crecimiento debida a la elongación de tallos durante la estación primavera. Al iniciarse el verano, la curva se estabiliza, no mostrando aumento de crecimiento en términos de altura.

Merece particular atención el punto de inflexión que se observa entre agosto y septiembre 2008, debido a eventos meteorológicos puntuales de heladas tardías que afectaron los brotes apicales, y en consecuencia repercutieron en los valores de altura de los tallos.

Las tres curvas muestran comportamientos semejantes. El crecimiento en altura es relación directa a la disponibilidad del recurso hídrico, a mayor aporte de agua, mayor crecimiento en altura (Figura 5).

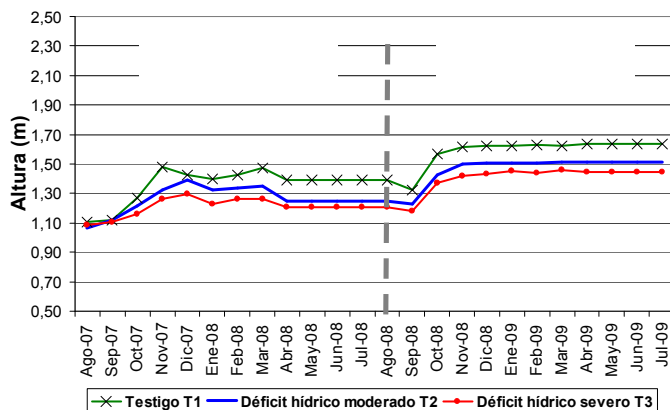


Figura 5: Comportamiento de la variable de crecimiento ALTURA para los dos ciclos de análisis evaluados

La comparación de los valores medios absolutos obtenidos al inicio del 1º ciclo respecto del final del 2º ciclo vegetativo, muestran que las plantas testigo con un riego normal (T1), aumentaron su altura un 46,85%, mientras que las plantas bajo un riego deficitario moderado (T2) crecieron un 41,12%. Los valores porcentuales expuestos reflejan una diferencia porcentual del orden del 5,73% frente a una reducción del la cuota de riego del 33%. Dicha diferencia se amplía significativamente en las plantas bajo déficit severo: sólo incrementaron su altura un 34,26% (Tabla 1).

ALTURA			
TRATAMIENTO DE RIEGO	Valor medio inicial 1º Ciclo(m)	Valor medio final 2º Ciclo(m)	Variación (%)
Testigo T1	1,11	1,63	46,85
Déficit hídrico moderado T2	1,07	1,51	41,12
Déficit hídrico severo T3	1,08	1,45	34,26

Tabla 1: Variación de ALTURA en valores absolutos (m)

Diámetro

El comportamiento de las curvas obtenidas muestra, al igual que en el caso del análisis de la altura, un primer ciclo de adaptación con oscilaciones en las gráficas debidas a la rusticación de las plantas a las nuevas condiciones de crecimiento. A partir del inicio del segundo ciclo vegetativo, se observa que las plantas testigo (T1) y las plantas bajo déficit hídrico moderado (T2) comienzan el ciclo de crecimiento, coincidente con el inicio de la primavera. Este crecimiento se mantiene durante todo el verano (octubre 2008-febrero 2009) y alcanza su estabilización en el mes de abril 2009. En el caso de las plantas bajo un déficit hídrico severo (T3), sólo se observan crecimientos puntuales con valores inferiores a los registrados en los tratamientos T1 y T2 (Figura 6).

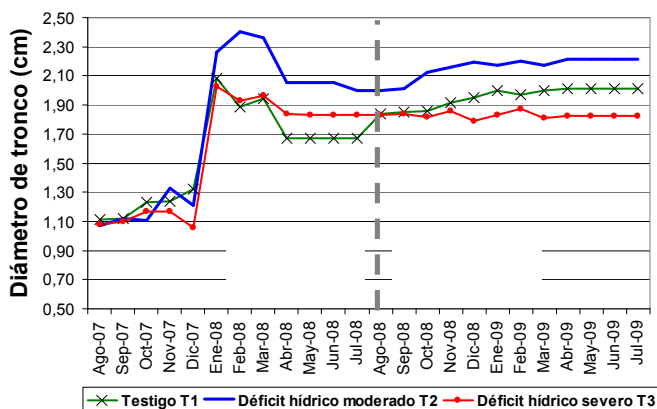


Figura 6: Comportamiento de la variable de crecimiento DIÁMETRO para los dos ciclos de análisis evaluados.

El crecimiento observado en las plantas bajo un déficit hídrico moderado es significativamente mayor (93,04%) en comparación con las plantas testigo (T1) que aumentaron su diámetro un 27,22%. Mientras que, las plantas con el tratamiento de déficit hídrico severo (T3) sólo crecieron un 2,23% respecto a los valores iniciales, es decir que al cabo del segundo ciclo vegetativo no registran un aumento de diámetro relevante (Tabla 2).

DIÁMETRO			
TRATAMIENTO DE RIEGO	Valor medio inicial 1º Ciclo(cm)	Valor medio final 2º Ciclo(cm)	Variación (%)
Testigo T1	1,58	2,01	27,22
Déficit hídrico moderado T2	1,15	2,22	93,04
Déficit hídrico severo T3	1,79	1,83	2,23

Tabla 2: Variación del DIÁMETRO en valores absolutos (cm)

Área foliar

Las plantas testigo (T1) como las plantas bajo riego moderado (T2) aumentan su masa foliar entre el primer y el segundo ciclo vegetativo. Sin embargo las plantas con restricción hídrica severa (T3) no muestran un incremento notable: al cabo del segundo ciclo el área foliar es levemente mayor respecto al ciclo vegetativo precedente (Figura 7a-).

El aumento observado en esta variable se asocia en forma directa a la disponibilidad del recurso hídrico. Ejemplo de ello son los valores medios alcanzados tanto en el primer como en el segundo ciclo para los diferentes tratamientos. En el segundo ciclo –que es el considerado representativo de la tendencia de comportamiento de la especie–, se observa para el T1 un valor medio de 3903cm² y para el T3 2644cm² (Figura 7b-).

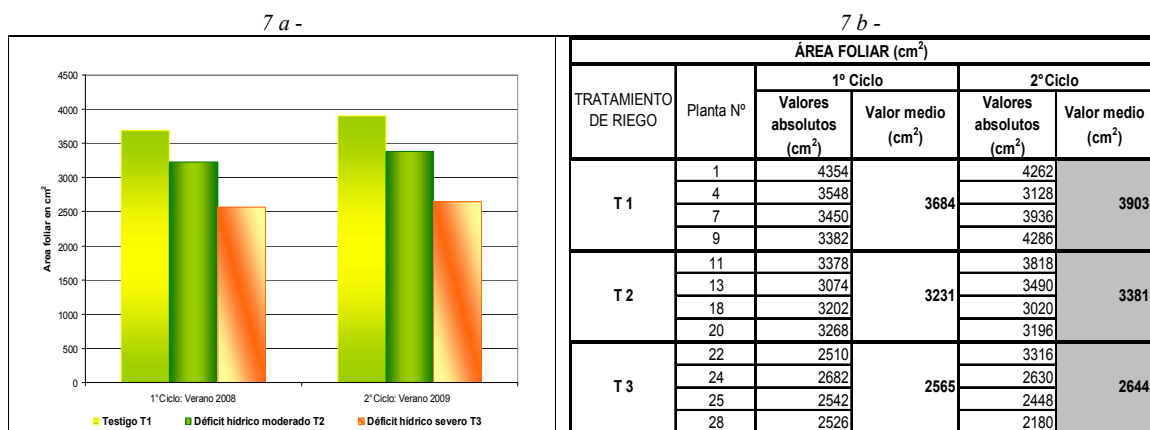


Figura 7: Cuantificación del Área Foliar para dos ciclos vegetativos analizados.

En términos porcentuales los tres tratamientos muestran un aumento de área foliar a lo largo del tiempo, siendo mayor el incremento para las plantas testigo bajo un riego normal (5,94%).

En los tratamientos de riego deficitario, los valores porcentuales decrecen al 4,64% y al 3,08% para los tratamientos T2 y T3 respectivamente (Tabla 3).

AREA FOLIAR			
TRATAMIENTO DE RIEGO	Valor medio inicial 1º Ciclo(cm ²)	Valor medio final 2º Ciclo(cm ²)	Variación (%)
Testigo T1	3684	3903	5,94
Déficit hídrico moderado T2	3231	3381	4,64
Déficit hídrico severo T3	2565	2644	3,08

Tabla 3: Variación del Área Foliar en valores absolutos (cm²)

Análisis de valores relativos (Tabla 4)

Los valores relativos en relación a las distintas variables de crecimiento analizadas muestran lo siguiente:

- **Altura:** desde el punto de vista del crecimiento relativo, al comparar los valores del segundo ciclo de los tratamientos T2 y T3 respecto al tratamiento testigo T1, se observa que las plantas bajo déficit moderado (T2) disminuyen su crecimiento un 7,36% mientras que, en las plantas sometidas a déficit severo la disminución es del orden del 11,04% .

- **Diámetro:** las plantas bajo el tratamiento T2, aumentaron su crecimiento en diámetro en el orden del 10,45% y por el contrario, los ejemplares con el tratamiento T3 dejaron de crecer en términos porcentuales un 8,96%. Estos resultados muestran por un lado, el efecto benéfico de un estrés hídrico moderado (T2), ya que las plantas pueden estar engrosando sus paredes celulares y esto se refleja en un mayor crecimiento radial (Kramer & Kowlozki, 1979). Por otro lado también se manifiesta un efecto de tendencia nociva en el tratamiento T3 que, de mantenerse en el tiempo en ciclos vegetativo sucesivos, redundará en bajos crecimiento en diámetro de tallos, baja producción de leño y en consecuencia en plantas débiles de poca reserva en madera.

- **Área foliar:** en la comparación de valores relativos respecto al tratamiento T1, se observa que las plantas bajo un déficit moderado (T2) dejan de crecer un 13,37% mientras que este porcentaje aumenta marcadamente al 32,26% para las plantas bajo un déficit hídrico severo (T3). Esto implica que una restricción del recurso hídrico del orden del 33% de la necesidad de las plantas según su tasa de transpiración, limita en forma severa el desarrollo foliar de los ejemplares.

TRATAMIENTO DE RIEGO	ALTURA		DIÁMETRO		ÁREA FOLIAR	
	Valor medio absoluto 2º Ciclo (m)	VALOR RELATIVO al T1	Valor medio absoluto 2º Ciclo (cm)	VALOR RELATIVO al T1	Valor medio absoluto 2º Ciclo (cm²)	VALOR RELATIVO al T1
Testigo T1	1,63		2,01		3903	
Déficit hídrico moderado T2	1,51	- 7,36	2,22	+10,45	3381	-13,37
Déficit hídrico severo T3	1,45	- 11,04	1,83	- 8,96	2644	- 32,26

Tabla 4: Variación porcentual de las tres variables de crecimiento para los tratamientos T2 y T3 en comparación con el tratamiento testigo T1 (%)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La variabilidad de las curvas de crecimiento en el primer ciclo del ensayo realizado verifica el carácter adaptativo del periodo, al nuevo contexto de inserción de las plantas y a las condiciones experimentales de crecimiento. El segundo ciclo refleja la respuesta de las plantas a los tratamientos de riego diferencial aplicados, cuya tendencia se verificará en un tercer ciclo de modo de determinar si el comportamiento observado se sostiene en el tiempo.

Los resultados obtenidos muestran que la “morera” -especie de uso común y amplia difusión en medios urbanos- crece en términos de altura y área foliar en forma directa a la disponibilidad del recurso hídrico, es decir, a mayor aporte de agua, mayor crecimiento.

Sin embargo, se observa que el diámetro de tallos presenta un mayor crecimiento en las plantas sometidas a un déficit hídrico moderado en relación a aquellas bajo a una dotación de riego normal y que, el desarrollo del área foliar se limita fuertemente frente al déficit severo de riego.

El aumento del diámetro se debe a que, con cuotas de riego del 66% del requerimiento por transpiración, las plantas engrosan sus tallos -aumento del espesor de las paredes celulares y producción de madera de mayor densidad - para generar reservas que serán aprovechadas en el ciclo vegetativo del año siguiente. Este resultado indica que un estrés hídrico moderado puede producir un efecto positivo en la especie.

En próximos trabajos se analizarán las tendencias de comportamiento de “plátano”, “fresno” y “acacia visco” a los efectos de evaluar en forma comparativa la capacidad de rusticación de las mismas a distintos niveles de restricción hídrica. Las conclusiones obtenidas permitirán desarrollar recomendaciones transferibles a los entes responsables, relacionadas con programas de reforestación y con el manejo eficiente del arbolado urbano en lo que respecta a láminas de agua y frecuencia de riego.

Se considera que es posible alcanzar umbrales de crecimiento adecuados asociados a una economía del recurso hídrico de modo de atender no sólo al uso eficiente del agua como bien escaso sino también, garantizar la presencia de la trama verde como estrategia ambiental que sustenta el modelo urbano de la ciudad “oasis”.

REFERENCIAS

- Bardini, Silvana Lorena. Cultura del Agua en la Provincia de Mendoza. Desierto versus Oasis www.fnca.eu/fnca/america/docu/3706.pdf pp. 3
- Bernatzky, A. (1978). Tree ecology and preservation. Elsevier Scientific Publishing Company, Ámsterdam. 122 pp.
- Bórmida, E. (1984). Mendoza, una ciudad oasis. Facultad de Diseño, Arquitectura y Urbanismo. Revista de la Universidad de Mendoza. Edición año 1984. Mendoza. Argentina.
- Cantón, M. A., de Rosa, C., Kasperidus, H. (2003). Sustentabilidad del bosque urbano en el área metropolitana de la ciudad de Mendoza. Análisis y diagnóstico de la condición de la arboleda. 2003. Revista Avances y Energías Renovables y Medio Ambiente. Volumen 7, N° 1. pp. 01.29- 01.34.
- Capitanelli, R. (1967). Climatología de Mendoza. Edición Facsimilar 2005. Editorial Facultad de Filosofía y Letras. Colección Cumbre Andina ISBN 987 575 023 9. 443p.
- Dwyer, J.F., Nowak, D.J., and G.W. Watson. (2002). Future directions for urban forestry research in the United States. Journal of Arboriculture. 28(6): 221-225.
- Fernández Jáuregui, C. (2001). El agua como fuente de conflictos: repaso de los focos de conflictos en el mundo. Programa Hidrológico Internacional. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO. 17pp. www.unesco.org.uy/phi/libros
- Kramer P. & Kowlozki, T. (1979). Physiology of Woody Plants. Academic Press. 2nd edition, pp. 470-487. New York. United States of America.
- López Lauenstein, D; Melchiorre, M; y Verga, A. (2005) Respuestas de los algarrobos al estrés hídrico. Revista IDIA XXI, IFFIVE-INTA Córdoba, pp. 210-214. Argentina
- McPherson, E.G. (1988) Functions of Buffer Plantings in Urban Environments. Agriculture, Ecosystems and Environment, 22/23, pp. 281-298.
- Roatta A. (1992) Consideraciones Técnicas sobre cuatro especies forestales. Multequina I, pp.119-122. Mendoza. Argentina.

ABSTRACT

The urban development model of Mendoza's Metropolitan Area is based on an important environmental green structure. Given the arid condition of the site is necessary to quantify the degree of drought tolerance that reaches the species making up the trees in the city. This study seeks to apply strategies to optimize their management and culture so as to ensure their growth in urban areas.

The paper presents the analysis methodology and results of the evaluation of the impact of water deficit on growth of young trees of "mulberry" (*Morus alba*), whose representation reaches 38.27%.

The results show that the growth variables -height and leaf area- are directly related to the availability of water resources; while the stem grows in diameter greater extent (10.45%) when applied irrigation treatment that involves a moderate water deficit.

Keywords: sustainable development, urban forests, water deficit, vegetative growth.