



Región y Sociedad

ISSN: 1870-3925

region@colson.edu.mx

El Colegio de Sonora

México

Navarro Navarro, Luis Alan; Moreno Vázquez, José Luis
Cambios en el paisaje arbolado en Hermosillo: escasez de agua y plantas nativas
Región y Sociedad, vol. XXVIII, núm. 67, septiembre-diciembre, 2016, pp. 79-120
El Colegio de Sonora
Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10246353003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Cambios en el paisaje arbolado en Hermosillo: escasez de agua y plantas nativas

Luis Alan Navarro Navarro^{*}

José Luis Moreno Vázquez^{**}

Resumen:¹ el objetivo de este artículo es determinar el patrón actual de especies en el paisaje arbóreo de la ciudad de Hermosillo, Sonora, de 1992 a 2014, lapso en el que se identificó una sequía hidrológica prolongada que duró 13 años. Se busca conocer en qué medida la escasez de agua ha logrado promover la adopción de especies que demandan poca agua. El patrón de distribución de especies se obtuvo a través del muestreo por observación directa de las banquetas y jardines frontales de las áreas residenciales y se concluye que se ha modificado. Los yucatecos (*Ficus nitida*) dejaron de ser los más abundantes, y fueron sustituidos por las benjamins (*Ficus benjamina*) y el olivo negro (*Bucida buceras*). Existen más especies nativas en las áreas de desarrollo reciente de la ciudad, pero también ha aumentado la presencia y distribución de la benjamina y del olivo negro.

Palabras clave: reforestación; sequía; xeriscape; árboles; especies nativas.

* Catedrático (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT-El Colegio de Sonora, COLSON). Ave. Obregón 54, colonia Centro, C. P. 83000, Hermosillo, Sonora, México. Correo electrónico: lnavarro@colson.edu.mx

** Profesor-investigador del Centro de Estudios del Desarrollo, del COLSON. Ave. Obregón 54, colonia Centro, C. P. 83000, Hermosillo, Sonora, México. Correo electrónico: jmoreno@colson.edu.mx

¹ Se agradece la ayuda de Alberto Navarro Córdova en la identificación de especies, y la de Alejandro Navarro Navarro en la toma y captura de datos. También el apoyo del CONACYT, a través del Programa de Cátedras CONACYT para jóvenes investigadores.

Abstract: the goal of this paper was to assess the pattern of species encompassing the present treescape of the city of Hermosillo. The period studied was 1992-2014, during which time the city experienced a prolonged hydrological drought lasting almost 13 years. This study sought to determine to what extent this water shortage influenced the adoption of drought-tolerant trees, especially native species. Data about the frequency and pattern of tree species was collected by sampling sidewalks and residential front yards. The study found that there were changes in the pattern of species comprising the present treescape. The Indian laurel (*Ficus nitida*) was a common and abundant tree in Hermosillo, but the study suggested that it was substituted by weeping fig (*Ficus benjamina*). Another species that became important was the black olive tree (*Bucida buceras*). Native species were more abundant in recently developed areas of the city, but not as much as black olive and weeping fig trees, which were the more abundant and well-distributed trees.

Key words: reforestation; drought; xeriscape; trees; native species.

Introducción

Plantar un árbol es una inversión a largo plazo que produce beneficios ecológicos en forma de servicios ambientales. Su sombra provee espacios para mitigar el calor, para el descanso y el esparcimiento social, contribuye a amortiguar el polvo, el ruido, los vientos fuertes y mejora el paisaje urbano. La demanda de estos servicios ambientales que generan las áreas verdes, en particular los árboles, son más valiosos en las ciudades de climas áridos, pero compiten por el agua potable para el consumo humano y otros usos. Esto se puede resolver plantando especies nativas o de bajos requerimientos hídricos para reforestar las ciudades. Y, aunque esta solución parece muy simple, no se implementa.

Existe la tendencia de llenar espacios verdes con especies exóticas o introducidas,¹ que se conoce como modelo de paisajismo trasladado (Anderson 1952; Walker et al. 2009), es decir, enverdecer y crear jardines típicos de zonas templadas y tropicales. Según la estimación de diversos estudios, entre 60 y 70 por ciento de las especies de flora que se encuentran en las áreas verdes de las ciudades son introducidas (Vila-Ruiz et al. 2014; Moro et al. 2014; Kowarik 2008). Y el problema con éstas radica en que no se adaptan al clima caluroso y seco del desierto. En cambio, con las plantas nativas esto ocurre en forma natural, gracias a sus mecanismos de supervivencia que les ha permitido existir y reproducirse. En teoría, con éstas se podría crear un ecosistema urbano en armonía con el entorno y sostenible, con requerimientos mínimos de agua y poco mantenimiento. Y hay más de estas especies, provenientes de otras zonas áridas alrededor del mundo, que ofrecen diversidad y más opciones de paisajismo. Ya existe la filosofía y el sistema de paisajismo urbano cuyo objetivo es reducir al máximo el uso de agua y mantenimiento, y se le conoce como *xeriscape*,² un anglicismo compuesto del griego *xeros*, que quiere decir seco, y del inglés *landscape*, que significa paisaje.

En este artículo se analiza el caso de Hermosillo, ciudad localizada en el noroeste de México, dentro del Desierto de Sonora, que ha padecido problemas serios en el abasto de agua durante las últimas dos décadas. Esto, aunado a que los veranos son calurosos con sensaciones térmicas que alcanzan los 50°C., y donde la falta de precipitaciones la mayor parte del año y el tránsito vehicular en calles sin pavimentar hacen que la suspensión de partículas en el aire (polvos) sea un problema común (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, SEDUE 1992). Esta combinación de factores resalta la importancia de contar

¹ Son las ajenas a los componentes de un ecosistema natural, ya que no se han adaptado a las condiciones locales, por lo general son introducidas por el hombre (aunque no siempre), que las trasporta desde regiones distantes (Hettinger 2001). Este autor menciona que los ambientalistas siempre han librado una guerra contra las especies de flora y fauna consideradas como exóticas. Por el contrario, una nativa forma parte del ecosistema natural de una región particular donde ocurre sin ayuda del hombre. Las especies endémicas son plantas nativas que sólo se encuentran en un sitio geográfico determinado (Casper 2007, 58).

² Según Wikipedia, “*xeriscape* y el logo del *xeriscape* son las marcas registradas del departamento del agua de Denver, Colorado. Fueron creadas por el Front Range Xeriscape Task Force, del departamento de Denver en 1978” <http://es.wikipedia.org/wiki/Xeriscape> (29 de diciembre de 2014).

con los servicios ambientales que proveen los ecosistemas urbanos. Pero, la escasez de agua es el principal factor que limita el mantenimiento de áreas verdes.

La temporalidad de este artículo abarca de 1992 a 2014, y se analiza un aspecto importante de la dasonomía urbana:³ la selección de especies arbóreas en Hermosillo, para lo cual se describe el patrón actual de reforestación de la ciudad, que se obtuvo a través del muestreo por observación directa de las banquetas y jardines domésticos frontales de las áreas residenciales⁴ (habitationales). Responde a la necesidad de conocer la composición florística del arbolado urbano, para determinar en qué medida la escasez de agua en los últimos 20 años ha logrado promover la adopción de especies que demandan poca agua.

Contexto geográfico

Hermosillo se localiza en los 29°05' de latitud Norte y el meridiano 110°57' de longitud Oeste, a una altitud de 282 msnm; es la capital del estado de Sonora, se ubica al noroeste de México, colinda al Norte con el estado de Arizona, Estados Unidos, y al Este con el golfo de California. Se encuentra dentro del Desierto de Sonora (Shreve y Wiggins 1964) (véase figura 1). El clima es árido, clasificado por Köppen como BW (muy seco desértico), con evaporación potencial de 2 400 a 2 600 mm anuales y una precipitación entre los 250 y 350 mm al año (Vega-Granillo et al. 2011, 62-63).

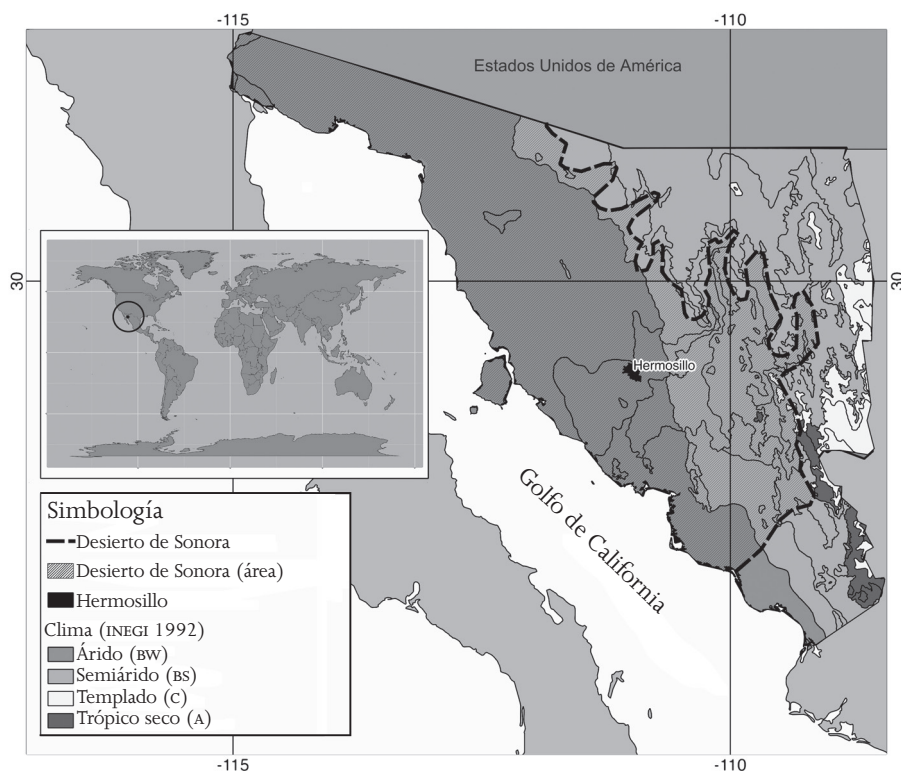
La escasez de agua es característica del clima de Hermosillo, y no es algo que sorprenda, debido a las altas temperaturas y las bajas precipitaciones. Un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA 2010) identificó una sequía hidrológica prolongada, de 1996 a 2009, situación de la que se derivan muchos de los problemas actuales de falta de agua en la ciudad.

³ Concepto derivado del griego *dasos*, que significa bosque, y *nomos*, ley. Su equivalente en inglés es *urban forestry*. Se define como el arte, la ciencia y la tecnología del manejo de árboles y recursos forestales dentro y alrededor de los ecosistemas urbanos, para generar beneficios a la sociedad (Konijnendijk et al. 2006).

⁴ Muchos estudios sobre la vegetación urbana se han basado en áreas públicas, las razones probables son que éstas muestran mucha diversidad y las decisiones de múltiples dueños, además de que estos espacios por lo general no están sujetos a políticas públicas (Zmyslony y Gagnon 1998).

Figura 1

Localización de Hermosillo y clima del estado de Sonora



Fuente: elaboración propia, con datos de Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (1992); Shreve y Wiggins (1964).

Agua, un recurso escaso en Hermosillo

Hermosillo, al igual que muchas ciudades que se localizan en zonas áridas, enfrenta problemas en el abasto de agua para el consumo humano. Al inicio de la década de 1950, cuando su población era de 43 500 habitantes,⁵ la construcción de la presa Abelardo L. Rodríguez permitió incrementar la disponibilidad de agua y satisfacer sus nece-

⁵ En los resultados principales por localidad, presentados por el INEGI (2010), la población reportada en el último censo fue de 715 061 habitantes.

sidades, pero en medio siglo la ciudad creció (Pineda 2007). En esa época el agua no fue una restricción para las actividades de la ciudad, el servicio era regular, no había necesidad de contar con instalaciones intradomiciliarias para almacenarla, y sus calles y avenidas tenían áreas verdes amplias con pasto y grandes árboles de especies exóticas, como los “yucatecos” (*Ficus nitida*) y las ceibas (*Ceiba pentandra*). A mediados de los años noventa, la disponibilidad de agua disminuyó debido, principalmente, a los bajos escurrimientos en la cuenca del río Sonora, lo cual provocó un almacenamiento menor en los embalses que abastecen a Hermosillo.

A partir de esos años, diversos actores gubernamentales, relacionados con el desarrollo urbano de Hermosillo, comenzaron a percibir una escasez cada vez mayor de agua que incidía en el crecimiento de la ciudad, y la necesidad de contar con fuentes nuevas de suministro (Pineda 2007). Desde entonces, el abasto de agua no ha dejado de ser noticia y motivo de intensos debates orientados a buscar la mejor solución para resolver el problema. Las presas Abelardo L. Rodríguez y Rodolfo Félix Valdez (“El Molinito”), que idealmente deberían de proveer 100 Hm³, han estado muy por debajo de su capacidad, en la figura 2 se muestra el almacenamiento de estos embalses,⁶ en comparación con la demanda de agua de la ciudad.⁷

Las propuestas por el gobierno para resolver el problema del agua en Hermosillo se han orientado a atender el abasto u oferta. Ante la falta de aguas superficiales, la demanda se empezó a cubrir con la extracción de las subterráneas, y actualmente a través del trasvase desde la cuenca vecina del río Yaqui por el acueducto Independencia. Para un desglose cronológico de las acciones (obras), implementadas por el gobierno, se recomienda consultar a Díaz-Caravantes y Wilder (2014).

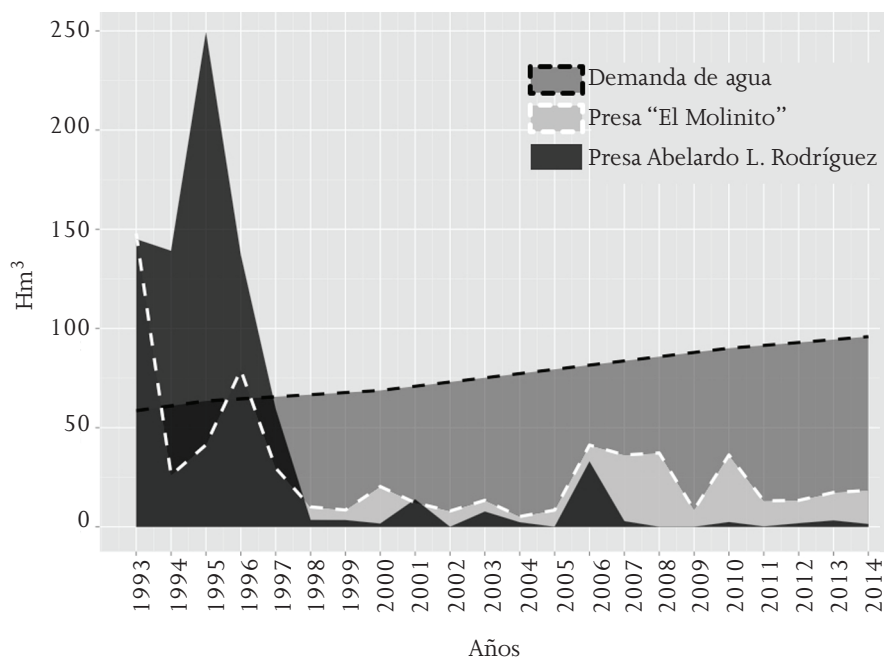
Para los hermosillenses, la falta de fuentes de agua segura se ha hecho más tangible con los “tandeos”, que consisten en racionar el agua, para lo que se divide el tiempo de suministro por áreas geográ-

⁶ Volumen almacenado al 1 de octubre de cada año, después de que termina la temporada de lluvias y los fenómenos meteorológicos provenientes del Pacífico.

⁷ El consumo estimado per cápita fue de 345 litros por día, para ver un dato más exacto véase Salazar-Adams y Pineda (2010).

Figura 2

Almacenamiento de las presas Abelardo L. Rodríguez
y Rodolfo Félix Valdez (Hm^3)



Fuente: elaboración propia, con datos de la CONAGUA (2010).

ficas. Por ejemplo, en 1996 se anunció el racionamiento a los hogares, y se volvió a implementar en forma más drástica en el verano de 1998, que contemplaba una primera fase de seis horas de suspensión del servicio y, en caso de continuar el abatimiento de los pozos, una segunda fase que lo extendería ocho horas durante la noche (Pineda 2007). En marzo de 2005, el Ayuntamiento de Hermosillo anunció que el abasto de agua sería de ocho horas al día durante los siguientes ocho meses (García-Bernal 2005). La amenaza de "tandeos" más reciente se vivió cuando el ayuntamiento declaró que de cerrarse el acueducto Independencia, la ciudad se dividiría en ocho secciones a las que se les proporcionaría el servicio por tres horas (Meza 2014).

Las obras hidráulicas encaminadas a llevar agua a la ciudad han tenido un costo social y político (Moreno Vázquez 2014; Díaz-Caravantes y Wilder 2014). No todos los especialistas han estado de acuerdo, sobre todo quienes apuntan a que debe de mejorarse la administración del agua y su uso racional. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el consumo diario de agua por persona sea de entre 50 y 100 litros, pero en Hermosillo es tres veces mayor. Entre las razones que se arguyen para explicar el altísimo consumo están las tomas clandestinas, las fugas y los subsidios al precio, que no reflejan el verdadero costo en el bolsillo del consumidor (Alvarado 2014).

Con base en lo anterior, la sequía como tal es más un constructo social (Kallis 2008); una dimensión que éste soslaya es el uso de agua potable para regar las áreas verdes de la ciudad, cuando se trata de árboles y arbustos tropicales o que provienen de climas templados, que para sobrevivir en el calor del desierto requieren una evapotranspiración intensa de agua. Este tipo de paisajismo sólo contribuye a la formación del concepto social de sequía. Como ya se mencionó, el *xeriscape* favorece la utilización de especies adaptadas a cada clima.

Pero, ¿qué tan relevante pudiera ser el *xeriscape* para reducir el consumo doméstico de agua? Existen pocos estudios empíricos que miden el efecto de adoptar esta práctica, un ejemplo es el caso de Las Vegas, Nevada, enclavada en el Desierto del Mojave, característica que comparte con Hermosillo, ya que también se encuentra dentro de una vasta área desértica. Es una ciudad de crecimiento rápido debido a la generación de empleos, su clima estable y los bajos impuestos, pero con un futuro incierto por la falta de agua. Contrario a lo que muchos podrían pensar, sus grandes hoteles y casinos sólo consumen 7 por ciento del agua, y destinan 30 para mantener áreas externas de recreo como acuarios, canales, fuentes y jardines (Roberts 2005). La causa del gran consumo de agua era que, por mucho tiempo, los inmigrantes traían sus modelos de paisajes urbanos, propios de la costa este de Estados Unidos, y plantaban especies exóticas con vegetación exuberante y grandes extensiones de pasto verde (The New York Times 2007). En un estudio de Sovocool et al. (2006) se comparó el gasto de agua de antes y el de después de la adopción del *xeriscape*, y se encontró que entre 60 y 90 por ciento del consumo doméstico se usaba para regar el pasto de los jardines.

Figura 3

Las especies de árboles no adaptadas a la zona requieren riego constante. A la izquierda una vivienda con dos mezquites y una palma abanico; a la derecha, dos olivos negros que reciben riego



Fuente: fotografías de Luis Alan Navarro y José Luis Moreno.

Una política de desarrollo urbano sostenible debe de tomar en cuenta que en las ciudades desérticas el agua es un factor limitante. Alanís-Flores (2005), al estudiar el arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey, consideró que plantar ficus a gran escala era una política equivocada, que está vigente desde mediados de los años noventa. Esto se debe a que su costo es bajo y tienen un follaje denso y lustroso, lo que los hace muy atractivos; no obstante, es una especie introducida que demanda mucha agua y ha ocasionado problemas de interferencia con el drenaje sanitario y levantamiento de banquetas, entre otros. Más adelante se verá que también abunda en el arbolado de Hermosillo, y se conoce como benjamina.

Configuración del ecosistema urbano

La importancia de los ecosistemas urbanos se vuelve un tema de mucha relevancia, ya que más de la mitad de la población mundial es

citadina (Gómez-Baggethun et al. 2013), en México ésta ha crecido de forma significativa; en 1950 poco menos de 43 por ciento vivía en localidades urbanas, en 1990 era 71 y para 2010 aumentó a casi 78 (INEGI 2014).

A las ciudades se les puede considerar centros geográficos donde se ejercen fuertes presiones ambientales, y para mitigarlas dependen de los ecosistemas naturales que las rodean. Sin embargo, hoy en día se está poniendo especial interés en los que se encuentran dentro de las urbes y que forman parte de ellas. Los ecosistemas urbanos se definen como los espacios verdes y azules (cuerpos de agua, lagos y humedales) dentro de una ciudad (Bolund y Hunhammar 1999). Estos dos autores especifican siete tipos: el arbolado en banquetas y camellones, los parques y jardines, bosques urbanos, áreas de cultivo, humedales, cuerpos de agua, ríos y arroyos. Es importante dejar claro que el ecosistema urbano es un espacio creado por el hombre, a diferencia del natural.

Para explicar cómo se crean y emergen los ecosistemas urbanos se utilizó la clasificación de Walker et al. (2009, 465), que divide los efectos en dos clases: de “arriba-abajo” y de “abajo-arriba”. Los primeros influyen mucho al momento de la creación del ecosistema urbano. Ya que en el proceso de urbanización el primer paso es la remoción de la vegetación nativa. En México esto se conoce como cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF), definido en la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF 2003) como: “la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales”. Una vez emitida la autorización del CUSTF, por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), puede contener condicionantes que especifiquen el rescate de individuos de flora y su relocalización dentro de las áreas verdes del espacio construido, esto también ofrece la posibilidad de que los requerimientos de áreas verdes impuestos por el municipio (por lo general de entre 2 y 3 por ciento de la superficie)⁸ sean reductos de la vegetación original. Una vez que la infraestructura urbana está construida, el urbanizador

⁸ Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Sonora. Ley 101, publicada en el *Boletín Oficial* No. 14, sección I. 18 de febrero de 1985.

selecciona las comunidades vegetales, que adquieren en los viveros comerciales locales que, por lo general ofrecen especies exuberantes, exóticas, atractivas a la vista, que se venden rápido y que en la gran mayoría de los casos son importadas del sur de México.

Para continuar con la tipología propuesta por Walker et al. (2009), las decisiones de “abajo-arriba” son la parte dinámica que crea el paisaje, que se modifica por el efecto agregado de las decisiones individuales de los habitantes sobre qué plantar en sus jardines frontales, traspatios y la sección de la banqueta que les corresponde. No obstante que la banqueta es zona pública y es responsabilidad del ayuntamiento (El Imparcial 2014c), los dueños de las viviendas escogen los árboles que van a plantar en ellas. La finalidad de la preservación y la construcción de ecosistemas urbanos es generar los servicios ambientales que las personas, consciente o inconscientemente, demandan.

Servicios ambientales

Bolund y Hunhammar (1999) definen los servicios ambientales como la utilidad (beneficio) que los seres humanos obtienen, directa o indirectamente, de los ecosistemas urbanos, y por ello son importantes. Estos servicios no son gratuitos, implican un costo y también: a) ocupan espacio físico; b) requieren construcción y establecimiento y c) necesitan mantenimiento (agua, vigilancia y limpieza). Estos costos indican que no existirá una oferta infinita de servicios ambientales, lo que es fácil observar en los parques abandonados y desprovistos de vegetación (Clemente-Marroquín 2007).

En las ciudades desérticas, la sombra es un elemento importante en el diseño de las áreas verdes (Zube y Kennedy 1990), el microclima (sombra) que crean los árboles en las calles es un servicio ambiental muy demandado en los calurosos veranos de Hermosillo. La sombra que le proporcionan a las casas contribuye en la reducción de los costos de energía eléctrica, derivados del uso del aire acondicionado (Akbari 2002; Gómez-Muñoz et al. 2010). El polvo es otro de los grandes problemas, para lo que la vegetación es un amortiguador importante. La captación de agua y reducción de escurrimientos mitigarían el efecto de las tormentas frecuentes, muy intensas y de corta duración. Por otra parte, muchos hogares privilegian el uso de árboles

Figura 4

Servicios ambientales que generan los ecosistemas urbanos

Tipo	Servicio
Abastecimiento	Alimento y elementos medicinales
Regulación	Temperatura, ruido, polvo, viento y escurrimientos
Cultural	Recreo, estética, desarrollo cognitivo y cohesión social
Hábitat	Avifauna y especies menores (lagartijas, ardillas)

Fuente: elaboración propia, con datos de Gómez-Baggethun et al. (2013).

frutales. En la figura 4 se incluye una lista de los servicios ambientales que proveen los ecosistemas urbanos.

Sin duda sería posible aumentar la oferta de servicios ambientales si se promovieran patrones de reforestación sostenibles, que estuvieran en armonía con el medio natural. Sin embargo, la realidad es que usan especies exóticas cuyo mantenimiento es más costoso. Si existen las políticas de reforestación, no han favorecido el surgimiento de un paisaje con más árboles y más sostenible a la vez.

Antecedentes

Reforestación en Hermosillo

Hay pocos estudios que describen el patrón de reforestación en Hermosillo. En 1992, Del Castillo-Alarcón muestreó el espacio entre la banqueta y la calle de 100 manzanas de la ciudad,⁹ y encontró 40 tipos de árboles alrededor de ellas y enfrente de las casas eran 17 los más frecuentes (86.3 por ciento del total de la vegetación arbórea). Las especies con distribución más homogénea fueron el yucateco y el árbol del fuego (*Delonix regia*), que representaron 36.96 por ciento del total.

⁹ El autor no ofrece más detalle acerca de su metodología.

Figura 5

Presencia de especies de árboles en Hermosillo (1992)

Nombre común	Nombre científico	Origen	Presencia (%)
Yucateco	<i>Ficus nitida</i>	Sur de Asia	18.46
Árbol del fuego	<i>Delonix regia</i>	Madagascar	17.84
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Asia	10.00
Grevilea	<i>Grevillea robusta</i>	Australia	7.42
Piocha	<i>Melia azedarach</i>	Asia	4.74
Pingüica	<i>Ehretia tinifolia</i>	Oeste de la India	4.43
Lluvia de oro	<i>Cassia fistula</i>	Egipto	3.50
Benjamina	<i>Ficus benjamina</i>	India	2.17
Otros	No aplica	No aplica	31.34

Fuente: elaboración propia, con datos de Del Castillo-Alarcón (1992).

Del Castillo-Alarcón (1992) estimó la superficie de la mancha urbana en 5 160 hectáreas, con 5.5 por ciento de cobertura vegetal. Concluyó que las áreas verdes eran insuficientes y calculó, de forma conservadora, que el déficit era de 3.67 m² por habitante, y que era más evidente en la periferia y en las colonias nuevas. Además, su estudio reveló que dominaban las especies exóticas. No se encontraron otros trabajos que describieran la composición florística del arbolado en banquetas y los jardines frontales.

Política de reforestación en Hermosillo, 1994-2014

No existe una regulación específica sobre el tema de reforestación en Hermosillo, sólo una política pública genérica que, como sugiere Harnik (2010), para la planificación de sistemas verdes urbanos, la presión política está más orientada en alcanzar estándares internacionales, como los 9 m² por habitante a no más de 15 minutos a pie (como variable de distribución espacial), sugeridos por la OMS. No hay tipología y clasificación precisa de las áreas verdes urbanas que permitan diferenciar las políticas de reforestación. Las zonas verdes dentro de las ciudades son un concepto difuso que involucra diversos espacios urbanos, por ejemplo, parques, jardines, cementerios y rotondas. Asimismo, existen varias consideraciones importantes

para tomar en cuenta: espacios públicos (accesibilidad) o privados, proximidad (tiempo de traslado) y la relación entre espacio construido/coertura vegetal necesaria para que un sitio pueda considerarse como área verde (Gámez-Bastén 2005). De acuerdo con la Dirección de Parques y Jardines,¹⁰ en mayo de 2015 había 669 plazas y parques, con una superficie de 273 ha, y 130 bulevares con una de 94 ha; esto significa 5.14 m² por habitante.¹¹

En estas áreas verdes, de octubre de 2012 a marzo de 2015 se habían plantado 37 688 árboles de las siguientes especies: mezquite chileno, nim, olivo negro, pingüica y palma abanico. Además, se donaron entre 800 a 1 000 árboles mensuales a la ciudadanía, sobre los cuales no se tiene control y no se les da seguimiento. En general, este es el programa de reforestación que mantiene el municipio de Hermosillo. No hay reglamentación sobre la reforestación de banquetas, y se presume que tampoco para los jardines frontales de las casas.

No obstante la ausencia de una política pública y de investigaciones académicas que discutan el tema, desde hace tiempo existe, al menos en el discurso de las autoridades de distintos órdenes de gobierno, la necesidad de emplear especies nativas o con bajos requerimientos de agua. En el discurso del presidente Ernesto Zedillo Ponce de León, pronunciado el 9 de julio de 1998, durante la ceremonia que encabezó con motivo del Día del Árbol en el parque recreativo La Sauceda, en Hermosillo,¹² dijo:

Es muy significativo que en esta ceremonia, en un momento, el señor gobernador y yo vayamos a plantar un arbolito de palo fierro, planta propia de esta tierra [...] sobre la base de los avances conseguidos en los tres años anteriores, estamos ahora en condiciones de señalar tres líneas muy claras de estrategias para la reforestación: la primera es mejorar la selección de plantas, dando preferencia a las que son nativas de cada lugar, como el palo fierro

¹⁰ Información proporcionada por el encargado del despacho de parques y jardines, C. Jesús Canales Carranza, el 29 de abril de 2015.

¹¹ El valor de este indicador varía mucho, ya que no hay una tipología y clasificación precisa de qué áreas verdes se deben de incluir, por lo que depende del analista que lo está calculando.

¹² <http://zedillo.presidencia.gob.mx/pages/disc/jul98/09jul98-1.html> (27 de diciembre de 2014).

en Sonora, de manera que podamos reconstruir, gradualmente, las condiciones originales de nuestros bosques y selvas.

Ese mismo año, y poco después de la visita del presidente, la SEMARNAT delegación Sonora anunció que realizaría, en el marco del Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua, una semana de la reforestación urbana de Hermosillo, donde se plantarían 10 mil árboles de especies nativas (Romero 1998).

Clemente-Marroquín (2007, 101) mencionó que para el trienio 2000-2003 el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) presentó un apartado específico para “parques, jardines y forestación”, se diagnosticaron 200 hectáreas de áreas verdes municipales, y se hacía referencia a la necesidad de aumentar esta superficie para adecuarse a los estándares internacionales. Una parte significativa de este plan es que proponía incluir especies nativas acordes al ecosistema desértico.

En la siguiente administración municipal, el diagnóstico del PMDU (2003-2006) contabilizó 547 áreas verdes con 175 ha, lo que daba 3.2 m² por habitante.¹³ En septiembre de 2005, en el segundo informe de gobierno de esta administración se reportaron 63 440 árboles plantados, principalmente de especies nativas (Clemente-Marroquín 2007, 103). El director de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Hermosillo expresó:

Mangos, plátanos, naranjos y otros árboles tropicales se encuentran en la ciudad a pesar de ser una zona semidesértica [...] estas plantas son difíciles de mantener en un clima como el de nosotros, la única manera es usar agua en exceso. La vegetación recomendada son mezquites, tepeguajes, tabachines y olivo negro (Montoya 2011).

Asimismo, el encargado del Instituto Municipal de Ecología recomendó: “Debido al clima desértico [...] se deben de crear áreas

¹³ La estimación de las áreas verdes de Hermosillo varía considerablemente entre los diversos diagnósticos municipales. El más optimista lo ofrece el Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo (IMPLAN), que dice: “las áreas verdes del centro de población, comprendidas por parques y jardines públicos, representan un total de 4,445,000 m² lo que se traduce en 6.19 m² por habitante” (2014a).

verdes en las que predomine la vegetación de este ecosistema” (El Imparcial 2014a).

En relación con el arbolado actual de la ciudad, hay una reacción social ante el hecho de que muchos de los grandes árboles, como los yucatecos, se están secando debido al hongo de la “podrición texana” (El Imparcial 2014b). También las benjamins, del mismo género, son susceptibles a este hongo y abundan en la ciudad.

El olivo negro (*Bucida buceras*) se promueve por su baja demanda hídrica, y siempre está verde, lo que sin duda provee mucha belleza escénica; es nativo de las Bahamas, Cuba, Haití, Jamaica y Puerto Rico, y crece de manera natural en áreas con una precipitación anual entre los 750 y 1 400 mm (Francis 1989), el doble de la que recibe Hermosillo. La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)¹⁴ establece que requiere una precipitación mínima de 900 mm anuales. Es conocido también como “árbol del pan”, ya que se presume que fueron las administraciones municipales panistas las que empezaron a promoverlo. Está ampliamente distribuido en la ciudad, y es común conseguirlo gratis en programas de reforestación.

Por último, no se puede elaborar un estudio sobre los árboles de Hermosillo sin mencionar a los naranjos, su especie icónica, que le da el nombre de “ciudad de los naranjos”, debido a las condiciones ambientales favorables para la producción de este cítrico. Según Escobosa-Gómez (1985), a principios del siglo xx, había innumerables huertas de naranjos, casi todas las casas tenían grandes patios y corrales, y los moradores tenían árboles frutales que regaban con las aguas de muchas acequias que cruzaban la ciudad. El clima favorable no era sinónimo de que no requieran de riego. No obstante que estas huertas de traspatio y las acequias desaparecieron hace mucho tiempo, el naranjo aún es un cultivo significativo en el municipio de Hermosillo. Según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA (2014), en 2014 había 3 037 ha de naranja plantadas (incluido el distrito de riego de la Costa de Hermosillo). La especie ornamental común en la ciudad es el naranjo agrio (*Citrus aurantium*), que se usa como portainjertos en las variedades comerciales de naranja dulce. A pesar de que esta es una planta más

¹⁴ Paquetes tecnológicos de la CONAFOR *Bucida buceras* L. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/892Bucida%20buceras.pdf>

rústica que la naranja dulce, requiere de más agua. Es probable que la plantación de naranjos (para ornato o como frutales) ya no sea tan popular en la ciudad, a pesar de su valor simbólico.

Es posible concluir que en las dependencias gubernamentales existe la inquietud y el conocimiento para incidir en la reforestación de Hermosillo, en cuanto al uso de especies nativas o de bajo consumo de agua. Pero hace falta plasmar estas intenciones en los reglamentos de desarrollo urbano, tal como se ha hecho en otras ciudades.¹⁵ El documento de planeación urbana más reciente, elaborado para Hermosillo por el IMPLAN (2014a), presume ser un instrumento vanguardista y de largo plazo, sólo menciona la necesidad de usar flora regional en la imagen urbana, pero no contiene reglamentos al respecto.

Objetivos del estudio e hipótesis

El objetivo principal fue determinar el patrón actual de especies en el paisaje arbóreo de Hermosillo, para lo cual se realizó lo siguiente: a) se consideró el ecosistema urbano: los árboles a lo largo de las banquetas, y los jardines frontales de las viviendas; b) se determinó el área urbana de la ciudad en 1992, en el año 2000 y en 2014 (véase figura 6) y c) se muestreó la ciudad para crear una base de datos georreferenciada y un listado florístico de las especies usadas.

Para formular las hipótesis siguientes se consideraron los estudios de Del Castillo-Alarcón (1992) y de Clemente-Marroquín (2007), fuentes hemerográficas y la imagen de la ciudad:

- Existe preferencia por reforestar con especies exóticas.
- El paisaje está dominado por unas cuantas especies (hay poca diversidad).

¹⁵ Muchas ciudades han elaborado ordenanzas para reglamentar el paisajismo. Por ejemplo en Mesa, Arizona, hay un programa en el que reembolsan 500 dólares a las personas que sustituyan 500 pies cuadrados o más de pasto por *xeriscape*. <http://www.mesaaz.gov/conservation/rebate.aspx> (27 de diciembre de 2014). Existe otro en Las Vegas, Nevada. <http://www.snwa.com/rebates/wsl.html> (27 de diciembre de 2014). En Oro Valley, Arizona, se adoptó desde 2010, el "Arizona's New Landscape Conservation Code", que requiere a los desarrolladores residenciales y comerciales usar especies nativas o tolerantes a la sequía, para los residentes individuales, esto aplica sólo para los jardines frontales.

- Las áreas urbanizadas recientemente poseen más especies nativas.
- En general, las zonas urbanizadas en fecha más reciente poseen menos diversidad y vegetación.

A continuación se describen los materiales y métodos usados para cumplir los objetivos y comprobar las hipótesis.

Materiales y métodos

Muestra

La información analizada en esta investigación se obtuvo de la observación directa; se tomaron 580 transectos, 340 durante noviembre de 2008 y 240 en noviembre de 2014, que se distribuyeron para cubrir la mayor parte de la ciudad con los recursos disponibles.

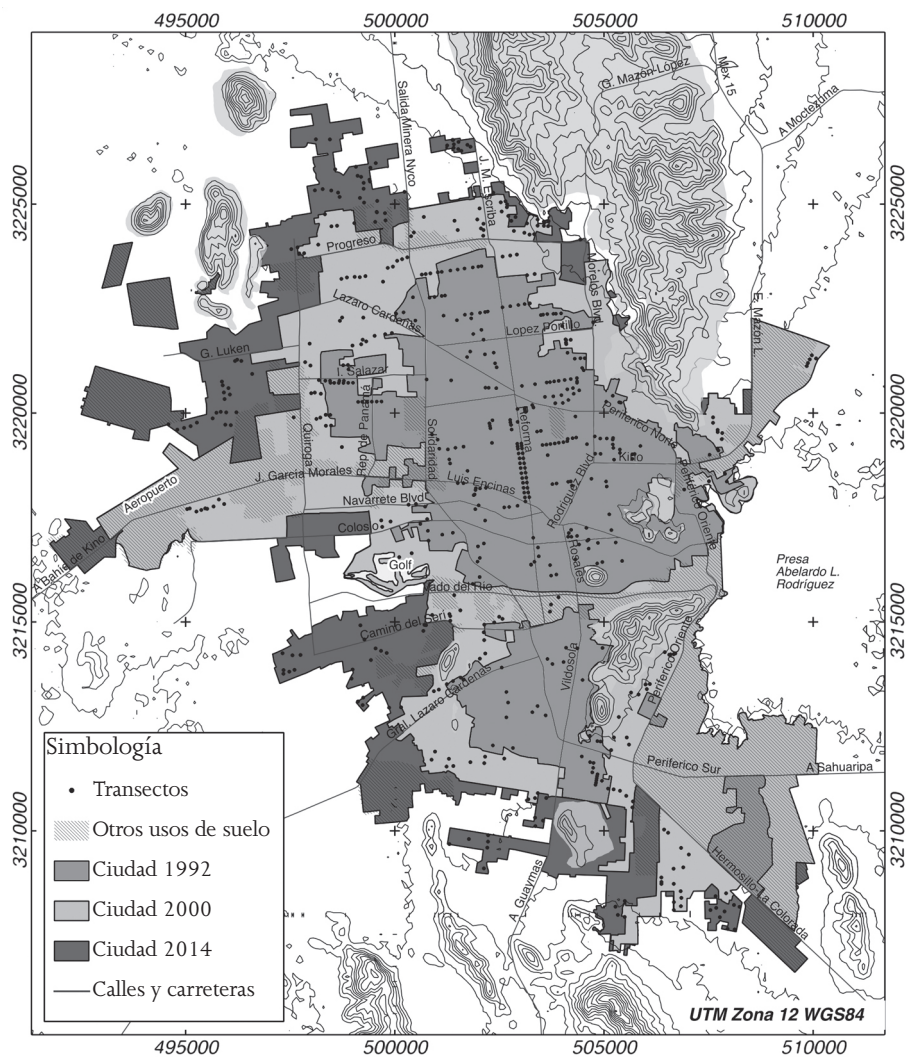
Las muestras se tomaron en áreas con uso de suelo residencial; se evitaron los transectos de zonas comerciales o industriales, así como de edificios, infraestructura y parques, es decir, no se muestrearon áreas verdes públicas, y también se evitaron los asentamientos irregulares (“invasiones”).¹⁶ En la figura 6 todas estas áreas aparecen sombreadas. Se buscó que la muestra reflejara al máximo las decisiones de los residentes y de los negocios pequeños.

En la figura 7 se ilustra el conteo de los individuos a lo largo de las banquetas y los que se pudieron observar en los jardines frontales de las casas, el transecto en sí está representado por un bloque (una cuadra o “manzana urbana”), y en cada uno se tomaron en cuenta los individuos de un solo lado de la calle. Al inicio de cada bloque (en la esquina) se tomó la ubicación geográfica con un sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) y lo mismo se hizo al final. Es importante mencionar que para evitar un sesgo de selección (por ejemplo bloques con muchos árboles), se elegían antes de dar vuelta en la esquina. Se trató de incluir sólo elementos vegetales perennes y significativos del paisaje, primeramente árboles. También se

¹⁶ Hermosillo tiene mucho terreno interno sin desarrollar, por eso el mapa de muestreo da la impresión de que se omitieron vastas áreas. Se reconocen 14 elevaciones (cerros) no urbanizados que, junto con las vialidades, ocupan 21.90 por ciento de la superficie. Los terrenos baldíos cubren 29.09 del polígono urbano (IMPLAN 2014b).

Figura 6

Distribución de los transectos en Hermosillo

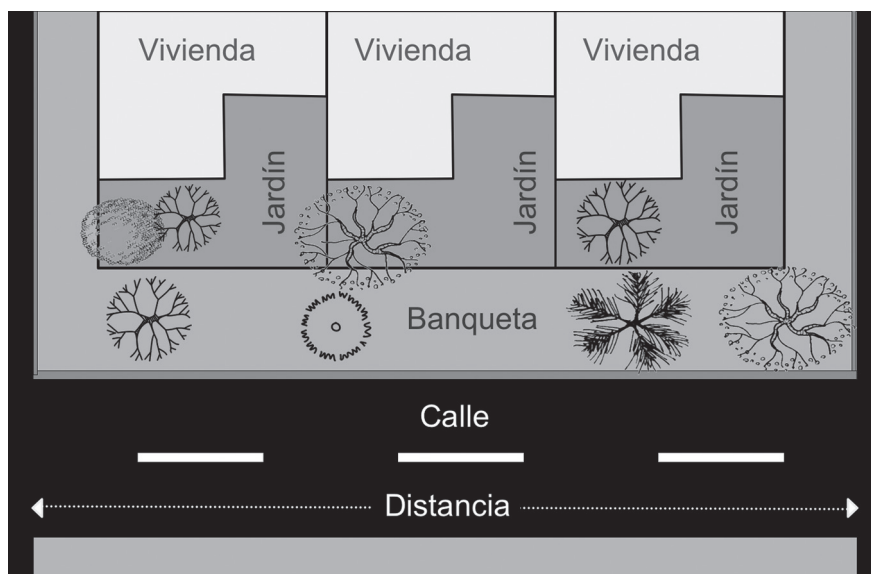


Fuente: elaboración propia.

incluyeron palmas y cactáceas de porte alto, como saguaros (*Carnegiea gigantea*) y pitahayas (*Lemaireocereus thurberi*), entre otras, pero no arbustos, hierbas, pastos, nopales ni cactáceas pequeñas.

Figura 7

Esquema de un transecto



Fuente: elaboración propia.

Uno de los retos de este estudio fue la identificación taxonómica de las especies, sin pretender que fuera minuciosa; por ejemplo, en Hermosillo existen muchas especies de mezquite, que sólo se categorizaron por su género (*Prosopis*). Cuando no se podía identificar a un individuo, se preguntaba a los dueños el nombre común del árbol, después se investigó en internet o se consultó a expertos, y así fue posible tener la identificación correcta de casi todos los individuos observados.

Para analizar los datos, se compilaron en un sistema de información geográfica, y se usó el paquete computacional de código abierto QGIS (QGIS Development Team 2009) y R (R Core Team 2014). El polígono de Hermosillo se dividió en tres partes: a) el actual (2014), para lo cual se usaron las áreas geoestadísticas básicas (AGEB) urbanas, elaboradas por INEGI (2010), en 2013, para verificarlo se consultó Google Earth® y una imagen de Landsat 8 (tomada el 2 de junio de 2014); b) el del año 2000 se determinó también con base en las

AGEB de INEGI y c) para el polígono de 1992 se usó una foto área de Hermosillo, adquirida en formato analógico en el INEGI, que se georeferenció, para después delinear manualmente los límites de la ciudad.

Procesamiento de datos y análisis estadístico

Es importante hacer la siguiente distinción: cuando se menciona a un individuo, se refiere a un ejemplar observado de una especie determinada, y cuando se habla de una especie, se alude a una clasificación taxonómica (familia, género y especie). La diversidad florística mide la riqueza de especies (número de ellas) en una comunidad, que ocupan un espacio en un tiempo determinado (Van Dyke 2008, 89).

Con los datos obtenidos se llevaron a cabo las siguientes estimaciones:

- Un análisis de superposición geográfica para categorizar los puntos (transectos) con base en estos tres años.¹⁷
- En este estudio se consideró más apropiado usar el índice de diversidad de Shannon (H) (Shannon y Weaver 1949), para estimar la diversidad:

$$H = -1 \left(\sum_{i=1}^k (P_i * \ln P_i) \right)$$

donde P_i es el porcentaje de individuos de la especie “k” encontrada en cada transecto, que después se multiplica por su logaritmo natural. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola, y el logaritmo natural de $\sum k$ cuando todas las especies posibles están presentes en el transecto y en las mismas proporciones. A partir de “H” se obtuvo el índice de equidad: $H/\ln(\sum k)$.

¹⁷ Resulta importante aclarar que no se levantaron inventarios consecutivos en cada año; las muestras se tomaron durante 2008 y 2014, los transectos se representaron como puntos a los que se les asignó un año de acuerdo con el polígono sobre el que se encontraban. Se hace el supuesto de que plantar un árbol y cuidarlo genera una evidencia física observable y duradera, así, en promedio, los puntos tomados en las nuevas áreas urbanizadas reflejan los gustos y preferencias más recientes en la selección de especies.

- El número total de individuos por 100 metros lineales (IDL) se calculó con la fórmula:

$$IDL = \frac{\sum_{i=1}^k n_i * 100}{D}$$

donde “D” es la longitud en metros de cada transecto (véase figura 7). Este indicador se estimó para banquetas, jardines y para la suma de ambos.

- La abundancia de especies está dada como el porcentaje de individuos observados por tipo de categoría.
- La frecuencia es el porcentaje de sitios de muestreo donde una especie está presente. Para calcular la frecuencia de especies “K” en los 580 transectos, se creó una matriz de “presencia-ausencia”, donde sus elementos $m(i,j) = 1$ si la especie estaba presente en el transecto “j” y 0 en caso contrario.

$$K = \frac{\sum_{j=1}^N m_{ij} (100)}{580} \text{ para } i = 1, 2, 3, \dots, k$$

Puesto que las muestras no son homogéneas, y se tomaron por conveniencia, y no hay razón para asumir que las variables se ajusten a una distribución paramétrica, se usó la prueba de Mann Whitney-Wilcoxon (Mann y Whitney 1947) (alternativa a la de “t”), para contrastar dos muestras, y para hacer el contraste con más de dos se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (Kruskal y Wallis 1952) (alternativa a la de “F”). Para el análisis de independencia entre variables categóricas, se elaboraron tablas de productos cruzados y se aplicó la prueba de Ji-cuadrado de Pearson, y para correrlas se empleó el programa estadístico R (R Core Team 2014).

Con la prueba de Mantel (1967) se comprobó si las muestras más cercanas geográficamente poseían una composición florística más similar que las más alejadas. Para esto se elaboró una matriz de distancias euclidianas entre los transectos (puntos). La distancia ecológica (es decir, la medida de similitud de las muestras) se estimó usando el índice de Jaccard (1901), el cual se calculó a través de la subrutina de R de nombre “vegan” (Oksanen et al. 2015). La correlación entre am-

bas matrices, que es en lo que consiste la prueba de Mantel, se estimó con otra subrutina de R “ade4” (Dray y Dufor 2007).

Análisis y discusión de resultados

Arbolado en Hermosillo: muestra completa

Es evidente que a las personas les gusta tener árboles en sus casas, lo que se advierte al recorrer la ciudad. Hay 90 especies en banquetas y jardines, están agrupadas en 37 familias y 70 géneros; se contabilizaron 3 404 individuos en todos los transectos, donde las familias botánicas más representadas son: Moraceae, Fabaceae y Rutaceae. Se registraron 30 especies nativas, el mezquite fue el más abundante, ya que apareció en uno de cada cinco transectos. En conjunto, estas plantas representan una baja fracción del arbolado, lo que refleja el agrado preferente de la comunidad por las exóticas. En cuanto al origen del arbolado de las banquetas, 82 por ciento de los individuos fueron de especies introducidas y 18 nativas. En la figura 8 se listan las que ocurrieron con mayor frecuencia.

Figura 8

Especies que aparecen con mayor frecuencia
en las banquetas de Hermosillo

Nombre	Familia	Género y especie	Origen	Frecuencia %
Benjamina	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	India	45.34
Olivo negro	Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	Oeste de la India	23.79
Mezquite	Fabaceae	<i>Prosopis spp.</i>	Nativa	22.24
Pingüica	Boragineaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	India	20.34
Naranja agrio	Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	Sureste de Asia	18.79
Ciprés común	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	Mediterráneo	13.79
Palma abanico	Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	13.28
Árbol del fuego	Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Madagascar	12.76
Nim	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Sureste de Asia	12.07
Yucateco	Moraceae	<i>Ficus nitida</i>	Sur de Asia	11.72

Fuente: elaboración propia.

En las banquetas, las especies más frecuentes (ampliamente distribuidas) y abundantes (conteo) son la benjamina y el olivo negro (véase figura 9), lo que se aprecia a simple vista, y las plantas nativas más abundantes y distribuidas son el mezquite y la palma abanico.

Figura 9

Especies que aparecen con un mayor conteo
en las banquetas de Hermosillo

Nombre	Familia	Género y especie	Origen	%
Benjamina	Moraceae	<i>Ficus benamina</i>	India	27.17
Olivo negro	Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	Oeste de la India	10.14
Naranja agrio	Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	Sureste de Asia	8.20
Mezquite	Fabaceae	<i>Prosopis</i> spp.	Nativa	7.70
Pingüica	Boragineaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	India	6.11
Ciprés común	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	Mediterráneo	4.29
Yucateco	Moraceae	<i>Ficus nitida</i>	Sur de Asia	3.67
Palma abanico	Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	3.67
Nim	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Sureste de Asia	3.38
Árbol del fuego	Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Madagascar	2.56

Nota: estas 10 especies representan 77% de los individuos contados.

Fuente: elaboración propia.

En los jardines frontales se contabilizaron 2 749 individuos en todos los transectos, donde las familias botánicas más representadas son: Moraceae, Fabaceae y Cupressaceae; en la figura 10 se describen las especies que ocurrieron con mayor frecuencia. En cuanto al origen del arbolado, 86 por ciento de los individuos fueron introducidos y 14 nativos.

Destaca el lugar marginal que ocupan los yucatecos en el arbolado, cuando en el estudio de Del Castillo-Alarcón (1992) se situaban en el primero; fue sustituido por la benjamina. La leucaena es un árbol bien distribuido que ocurre en forma espontánea y crece libremente en lotes baldíos y áreas sin mantenimiento, es probable que nazca sin ser

plantado, producto de semillas esparcidas por el viento, y que después algunas personas lo cuiden para que crezca.

Figura 10

Especies que aparecen con mayor frecuencia
 en los jardines frontales de las casas en Hermosillo

Nombre	Familia	Género y especie	Origen	Frecuencia %
Benjamina	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	India	31.21
Pino planchado	Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i>	Europa	21.38
Pingüica	Boragineaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	India	16.38
Jacalosuchil	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	América Central	15.86
Leucaena	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Sur de México	14.66
Limón	Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i>	India	14.48
Palma abanico	Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	14.48
Ciprés común	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	Mediterráneo	12.76
Mango	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	India	12.07
Naranja agrio	Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	Sureste de Asia	11.55

Fuente: elaboración propia.

Figura 11

Especies que aparecen con mayor conteo
 en los jardines frontales de las casas en Hermosillo

Nombre	Familia	Género y especie	Origen	%
Benjamina	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	India	16.84
Pino planchado	Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i>	Europa	6.66
Pingüica	Boragineaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	India	5.09
Leucaena	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Sur de México	5.02
Olivo negro	Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	Oeste de la India	4.80
Palma abanico	Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	4.62
Jacalosuchil	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	América Central	4.22
Limón	Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i>	India	4.07
Ciprés común	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	Mediterráneo	4.00
Mango	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	India	3.53

Nota: estas 10 especies representan 59% de los individuos contados.

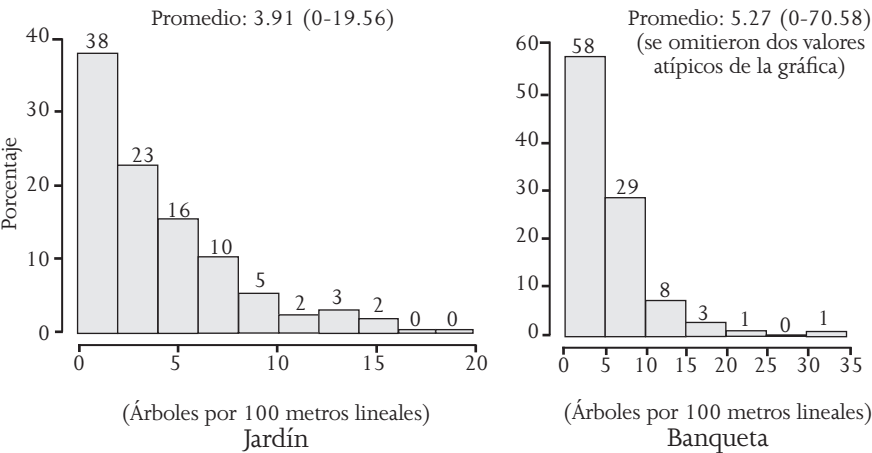
Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las veces el dueño de la vivienda elige las especies que va a plantar en su jardín frontal y en el segmento de banqueta correspondiente. No obstante, se corrieron algunas pruebas para comparar estos dos tipos de áreas verdes; la de Mann Whitney-Wilcoxon indicó que no existían diferencias significativas en la diversidad florística ($p = 0.4767$), para las especies promedio por transecto, en los 580, encontradas en jardines ($\bar{X} = 3.1115$) y banquetas ($\bar{X} = 2.8362$).

Al comparar los porcentajes de especies frutales por tipo de área verde (jardín o banqueta), destacó que 16 de los individuos en los jardines y 6 en las banquetas fueron de este tipo, y se aplicó el contraste de Ji-cuadrado para estas variables categóricas, y hubo una dependencia estadística significativa ($\chi^2 = 182.36$, $p < 0.001$). Esto significa que los dueños¹⁸ internalizan al máximo muchos de los servicios ambientales que proveen estas áreas verdes, ya que la banqueta es un

Figura 12

Cantidad de árboles por cada 100 metros lineales



Fuente: elaboración propia.

¹⁸ Un ejemplo claro es la sombra, los vecinos plantan un árbol en la banqueta para que provea sombra al automóvil, no obstante que la calle y la banqueta son espacios públicos, existe el convencionalismo de que los vecinos respetan el espacio de estacionamiento (privilegiado) con sombra.

espacio público donde todos tendrían acceso a los frutos. Se registraron 25 especies susceptibles de producir frutos en toda la ciudad: aguacate, dátil, durazno, granada, guayaba, higo, siete de cítricos (no incluye naranjo agrio), nuez pecanera, olivos, papaya, tamarindo y algunas otras nativas: sapote, guamúchil, uvalama, pitahaya y sina.

Para saber si hay una dependencia entre el tipo de área verde y la selección de especies nativas, se elaboró una tabla de contingencia 2x2, en la que se comparó la propensión a hallar especies nativas en jardín o banqueta, y se encontró que 14 por ciento de los individuos en jardín pertenecían a alguna de éstas, y 16 en las banquetas, esta asociación fue estadísticamente significativa ($\chi^2 = 13.60$, $p < 0.001$). Este dato se relaciona con el párrafo anterior, ya que 5 de las 30 especies nativas registradas producen fruto comestible.

Para interpretar la información que arroja la figura 12, hay que ponerla en perspectiva. Primero, 77 por ciento de los jardines frontales muestreados en los 580 transectos, tenían en promedio cinco árboles o menos por cada 100 metros lineales de transecto. Si bien el largo del frente de una vivienda es variable, el reglamento de construcción para Hermosillo estipula, en su artículo 48, que se requiere un frente mínimo de 12 a 14 metros en zonas residenciales y de 6.5 a 7.5 en desarrollos para vivienda de interés social, esto es, 15 casas de interés social y 8 en zonas residenciales por cada 100 metros lineales, por lo que en ambos casos se tendría menos de un árbol por vivienda. En las banquetas, 58 por ciento de los transectos tenían cinco árboles o menos.

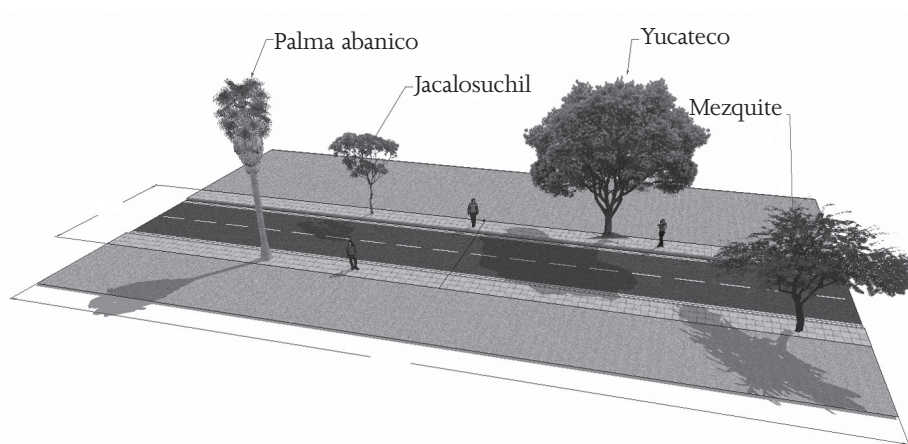
En la figura 13 aparecen dos secciones paralelas de banqueta de 40 metros cada una, si se consideran cinco individuos por 100 metros lineales (o 1 por cada 20), entonces habría dos árboles por cada sección de banqueta representada en el dibujo; todos los elementos están a escala, por lo que el lector puede tener un idea aproximada de qué tan reforestada podría lucir una calle con esta densidad.

Por otro lado, se podría asumir que los patrones de reforestación, a lo largo de las banquetas y jardines, deberían de mostrar una tendencia espacial o autocorrelación, es decir, a más cercanía más similitud; este pudiera ser el efecto del constructor inmobiliario, que eligió una especie determinada que estuviera “de moda” para usar en un desarrollo; se esperaría que muestras cercanas tuvieran una com-

posición similar de especies. Sin embargo, esto no se pudo verificar, la correlación observada fue de 0.03 ($p < 0.01$) y -0.02 ($p = 0.95$), para banquetas y jardines, respectivamente. El análisis descriptivo de la muestra comprueba la primera hipótesis: la preferencia a reforestar con especies exóticas.

Figura 13

Representación a escala de la densidad de árboles en la banqueta



Fuente: elaboración propia, con recursos del programa SketchUp.

Comparación por áreas de expansión de Hermosillo

En los últimos 20 años, la ciudad se ha expandido principalmente hacia el Norte y el Este (véase figura 6). El presente estudio fue por diseño, transversal o de corte, ya que tomó una muestra en un momento (en 2008 y 2014), se analizó la incidencia del paso del tiempo, bajo el supuesto de agrupar los transectos con base en su ubicación geográfica, y considerando que plantar un árbol y mantenerlo deja en el paisaje urbano una evidencia observable y duradera. Se esperaba que, en promedio, las áreas urbanizadas antes de 1992 poseyeran más árboles y una proporción mayor de especies exóticas, en comparación con las de urbanización reciente que se desarrollaron en un contexto de escasez de agua.

Así, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.05134$) cuando, mediante la prueba de Kruskal-Wallis, se comparó la proporción total de especies nativas (jardín más banqueta) por transecto, para cada uno de los polígonos. En la figura 14 aparece el promedio de las especies encontradas en un transecto (12.46 por ciento), tomado hasta 1992, que correspondía a las nativas; y los transectos tomados en el área desarrollada entre el año 2000 y 2014, se componían de 20.44 por ciento de individuos de especies nativas. Esto sustenta la tercera hipótesis: hay más especies nativas en las áreas de desarrollo más reciente.

Figura 14

Porcentaje de especies nativas promedio
por área de expansión de Hermosillo

Polígono	Transectos	Porcentaje de especies nativas		
		Total	Banqueta	Jardín
1992	285	12.46	13.41	6.95
2000	182	15.46	15.00	13.25
2014	113	20.44	19.58	12.94

Nota: la columna del total es la suma de los individuos observados en banqueta y jardín.
Fuente: elaboración propia.

Para tener una idea de qué tan diversa es una muestra tomada de un área de estudio, se saca el valor máximo que puede obtener el índice de diversidad de Shannon (H). Para las banquetas se encontraron 70 especies diferentes, por lo que $H \text{ (max.)} = 4.74$, en el caso hipotético de encontrar un transecto con 70 individuos de especies diferentes, por lo que los valores promedio que se muestran en la figura 15 indican que hay alrededor de 20 por ciento de diversidad “potencial”. No existe una distribución uniforme de los individuos de las diferentes especies dentro del área total. Para el caso de jardines frontales $H \text{ (max.)} = 4.41$, donde se encontraron 82. Tal como se sugirió en la segunda hipótesis: el paisaje está dominado por pocas especies.

Figura 15

Número de individuos promedio por 100 metros lineales
e índice de diversidad de Shannon, por área de expansión

Polígono	Individuos por 100 metros	Índice de diversidad de Shannon (H)	
		Banqueta	Jardín
1992	8.27	0.85	0.78
2000	8.64	0.73	0.99
2014	7.97	0.62	0.79

Fuente: elaboración propia.

Debido a las condiciones de sequía en las que se dio el crecimiento más reciente de la ciudad, se esperaba encontrar menos árboles y poca diversidad en estas áreas. El análisis por polígono no evidenció diferencias con la prueba de Kruskal-Wallis ($P = 0.506$) en el número de individuos promedio por transecto. Es decir, la muestra no permite rechazar la cuarta hipótesis de que en los nuevos desarrollos se tienen menos árboles por metro lineal de banqueteta y jardín. En el caso de la diversidad de especies, para las banquetetas se compararon las medianas de H para cada polígono (0.96, 0.69 y 0.63, para 1992, 2000 y 2014 respectivamente), la prueba de Kruskal-Wallis sí evidenció diferencias significativas ($p = 0.0112$). En los jardines frontales éstas fueron importantes pero también inconsistentes, ya que los transectos para el polígono del año 2000 fueron muy distintos ($p = 0.009472$) a los otros dos. En conclusión, la cuarta hipótesis sólo se sostiene para las banquetetas: hay menos diversidad de especies en áreas de desarrollo reciente.

Por otra parte, en la figura 16 aparecen las especies que dominan toda la muestra, y son la benjamina y el olivo negro las que gozan de mayor preferencia y uso en las áreas de desarrollo reciente, 53.11 por ciento de todos los individuos contabilizados pertenecía a éstas; por ejemplo, la presencia del yucateco se vuelve casi insignificante y la abundancia del naranjo agrio también se reduce considerablemente. Esto refuerza más la primera hipótesis: hay una marcada preferencia a reforestar con especies exóticas.

Figura 16

Presencia de cuatro especies representativas de la ciudad

Polígono	Lugar	Porcentaje del total de individuos			
		Benjamina	Olivo negro	Yucateco	Naranja agrio
1992	Banqueta	21.63	10.96	5.53	9.39
	Jardín	10.04	2.51	2.24	4.84
2000	Banqueta	27.82	6.32	2.24	11.09
	Jardín	15.46	3.86	1.42	2.95
2014	Banqueta	39.69	13.42	1.13	1.41
	Jardín	30.57	10.14	0.30	1.38

Nota: proporción del total de los individuos contabilizados por polígono.
Fuente: elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones

El patrón de especies usado en la reforestación de Hermosillo se ha modificado, comparado con el que encontró Del Castillo-Alarcón (1992), los yucatecos dejaron de ser los más abundantes, fueron sustituidos por las benjamins, que son del mismo género. La segunda en importancia es el olivo negro, que erróneamente se promueve porque requiere poca agua y es tolerante a la sequía. Como lo muestra Del Castillo-Alarcón (1992), hace 20 años ninguna de estas dos tenía una presencia y distribución significativa en la ciudad. En el anexo se incluye el patrón de reforestación de Hermosillo, obtenido de la muestra tomada para este estudio.

Existe mayor proporción de especies nativas en las áreas de desarrollo más reciente, pero también ha aumentado la presencia y la distribución de la benjamina y del olivo negro. No se observa un cambio suficiente y radical en el patrón de reforestación que indique que las personas hayan cambiado sus preferencias por plantas nativas o de bajo consumo de agua, si se considera que el periodo de estudio (1992-2014) estuvo caracterizado por la escasez de agua. Para elaborar el presente trabajo sólo se observaron pasivamente las preferencias

reveladas por los residentes en la elección de especies para plantar en sus jardines frontales y sus banquetas correspondientes, se sugiere realizar estudios que determinen los factores tomados en cuenta por los habitantes para seleccionar las especies y las demandas específicas que tienen por los servicios ambientales que proveen estas áreas.

Una cosa es que se planten especies nativas, intercaladas con las introducidas, o que ocurran al azar, y otra que exista una política y estrategia general que busque crear un paisaje xerofito más sustentable. Si bien un aumento en la abundancia y distribución de más especies nativas en el paisaje urbano es algo positivo, la adopción de *xeriscape* implica una visión sistemática del paisaje, que considera todas las especies de un jardín o área verde; es decir, habría que mirar al “bosque” y no a los “árboles”, para estimar en qué medida se construyen áreas verdes con el enfoque de *xeriscape*, lo que queda como sugerencia para una investigación futura.

La recomendación es que Hermosillo tenga más áreas verdes que generen los servicios ambientales demandados, sobre todo los relacionados con la mitigación del calor. Si se cambia el tipo de especies que se usan actualmente, por las nativas, de los ecosistemas circundantes, sería posible aumentar las áreas verdes sin incrementar los requerimientos de agua. Debido a las condiciones actuales, es poco probable que la adopción de especies nativas o xerofitas emerja por sí misma, se necesita promover este tipo de paisajismo, como un icono representativo de la ciudad. Se requiere crear un ecosistema urbano sostenible y reemplazar, de forma gradual, los árboles actuales por especies nativas o que requieran poca agua.

Es necesario materializar, en reglamentos y ordenanzas, la inquietud que ha existido en las autoridades locales acerca del uso de especies nativas. Esto permitirá incentivar la creación de un mercado local de plantas xerofitas y servicios de diseño, establecimiento y mantenimiento del *xeriscape*. Se debe de promover en todo el país el rescate y la reubicación de la flora nativa que se encuentra en los sitios sujetos a cambio de uso de suelo que se van a urbanizar, así como crear las reglamentaciones comerciales necesarias para la producción de planta nativa. Así se lograría fortalecer un mercado local, que sustituya la importación de especies exóticas, producidas fuera de la región que sólo agravan el problema del abasto de agua potable en la ciudad.

Recibido en febrero de 2015

Aceptado en mayo de 2015

Bibliografía

- Akbari, H. 2002. Shade trees reduce building energy use and CO₂ emissions from power plants. *Environmental Pollution* 116: 119-126.
- Alanís-Flores, G. J. 2005. El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. *Ciencia UANL* VIII (1): 20-32.
- Alvarado, Eliana. 2014. Mala gestión del agua, la verdadera amenaza. *El Imparcial*. 8 de diciembre.
- Anderson, E. 1952. *Plants, man and life*. Berkeley y Los Ángeles: University of California Press.
- Bolund, P. y S. Hunhammar. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29: 293-301.
- Casper, J. K. 2007. *Plants: life from the Earth*. Estados Unidos: Chelsea House.
- Clemente-Marroquín, B. 2007. Los parques urbanos en Hermosillo de 1997 a 2007 ¿abandono o recuperación? Tesis de maestría, COLSON.
- CONAGUA. 2010. Estudio de escasez de agua en la cuenca del río Sonora. CONAGUA, Organismo de Cuenca Noroeste, Hermosillo, Sonora.
- Del Castillo-Alarcón, J. M. 1992. Propuesta integral de reforestación y tratamiento de aguas residuales en Hermosillo. En *Ecología, recursos naturales y medio ambiente en Sonora*, editado por J. L. Moreno Vázquez, 299-322. Hermosillo: COLSON, Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología, Gobierno del Estado de Sonora.

- Díaz-Caravantes, R. E. y M. Wilder. 2014. Water, cities and periurban communities: geographies of power in the context of drought in northwest Mexico. *Water Alternatives* 7 (3): 499-417.
- DOF. 2003. Decreto por el que se expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y se reforman y adicionan la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y la Ley de Premios, Estímulos y Recompensas Civiles. 25 de febrero. <http://www.dof.gob.mx>
- Dray, S. y A. B. Dufour. 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software* 22 (4): 1-20.
- El Imparcial. 2014a. Hermosillo tiene suficientes áreas verdes: ecología. 4 de junio. <http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/04062014/848867-Hermosillo-tiene-suficientes-areas-verdes-Ecologia.html>
- El Imparcial. 2014b. Mata “pudrición texana” a yucatecos. 6 de marzo. <http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/06032014/816606.aspx>
- El Imparcial. 2014c. Tiene Hermosillo banquetas problema, entrevista a Pedro Fontes Ortiz, director de Infraestructura del H. Ayuntamiento de Hermosillo. 10 de enero.
- Escobosa-Gómez, G. 1985. Crónicas de la ciudad de los naranjos. En *Memoria del IX Simposio de historia y antropología*, editado por la Universidad de Sonora, 324-337. Hermosillo: Universidad de Sonora.
- Francis, J. K. 1989. *Bucida buceras* L. ucar. Reporte técnico SO-ITF-SM-18, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Nueva Orleans.
- Gómez-Bastén, V. 2005. Sobre sistemas, tipologías y estándares de áreas verdes en el planeamiento urbano. *Diseño Urbano y Paisaje* 6 (1):1-22.

García-Bernal, Cristóbal. 2005. Racionarán 7 meses suministro de agua a habitantes de Hermosillo. *La Jornada*. 28 de marzo. <http://www.jornada.unam.mx/2005/03/28/index.php?section=estados&article=026n1est>

Gómez-Baggethun, E., A. Gren, D. N. Barton, J. Langemeyer, T. McPhearson, P. O'Farrell, E. Andersson, Z. Hamstead y P. Kremer. 2013. Urban Ecology Services. En *Global urbanization, biodiversity and ecosystems: challenges and opportunities cities and biodiversity outlook-scientific analysis and assessments*, editado por M. Elmqvist, J. Fragkias, B. Goodness, P. J. Güneralp, R. I. Marcotullio, S. McDonald, M. Parnell, M. Schewenius, K. C. Sendstad y C. Wilkinson, 175-251. Dordrecht: Springer Verlag.

Gómez-Muñoz, V., M. A. Porta-Gándara y J. L. Fernández. 2010. Effect of tree shades in urban planning in hot-arid climatic regions. *Landscape and Urban Planning* 94 (3-4): 149-157.

Harnik, P. 2010. Urban green: innovative parks for resurgent cities. Washington: Island Press.

Hettinger, N. 2001. Exotic species, naturalisation, and biological nativism. *Environmental Values* 10 (II): 193-224.

IMPLAN. 2014a. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo 2014. www.implanhermosillo.gob.mx (27 de enero de 2014).

IMPLAN. 2014b. Diagnóstico del IMPLAN. www.implanhermosillo.gob.mx (23 de diciembre de 2014).

INEGI. 2014. Población rural y urbana. <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rururb.aspx?tema=P> (29 de diciembre de 2014).

INEGI. 2010. Censo de población y vivienda 2010. <http://www.inegi.org.mx>

INEGI. 1992. Carta de climas escala 1: 1, 000, 000.

Jaccard, P. 1901. Distribution de la flore alpine dans le bassin des drouces et dans quelques regions voisines. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 37 (140): 241-272.

Kallis, G. 2008. Droughts. *The Annual Review of Environment and Resources* 33: 85-118.

Konijnendijk, C. C., R. M. Ricard, A. Kenney y T. B. Randrup. 2006. Defining urban forestry - a comparative perspective of North America and Europe. *Urban Forestry & Urban Greening* 4 (3-4): 93-103.

Kowarik, I. 2008. On the role of alien species in urban flora and vegetation. En *Urban ecology*, editado por J. Marzluff, E. Shulenberg, W. Endlicher, M. Alberti, G. Bradley, C. Ryan, U. Simon y C. ZumBrunnen, 321-338. Nueva York: Springer.

Kruskal, W. H. y W. A. Wallis. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association* 47 (260): 583-621.

Mann, H. B. y D. R. Whitney. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics* 18 (1): 50-60.

Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research* 27 (2): 209-220.

Meza, Santos. 2014. Regresa el tandeo: agua 3 horas al día. *El Imparcial*. 13 de julio. <http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/13072014/863166-Regresa-el-tandeo-Agua-3-horas-al-dia.html>

Montoya, Nohemí. 2011. Llama a tener plantas que usen poca agua. *El Imparcial*. 22 julio. <http://www.elimparcial.com/EdicionImpresa/ejemplaresanteriores/BusquedaEjemplares.asp?numnota=912923&fecha=22/7/2011>

- Moreno Vázquez, J. L. 2014. *Despojo de agua en la cuenca del río Yaqui*. Hermosillo: COLSON.
- Moro, M. F., C. Westerkamp y F. S. de Araujo. 2014. How much importance is given to native plants in cities' treescape? A case study in Fortaleza, Brazil. *Urban Forestry Urban Greening* 13 (2): 365-374.
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. Stevens y H. Wagner. 2015. *Vegan: community ecology package*. R package version 2.2-1. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Pineda, N. 2007. Construcciones y demoliciones. Participación social y deliberación pública en los proyectos del acueducto de El Novillo y de la planta desaladora de Hermosillo, 1994-2001. *región y sociedad* XIX (número especial): 89-115.
- QGIS Development Team. 2009. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena.
- Roberts, Carmen. 2005. Vegas heading for "dry future". *BBC News*. 29 de julio. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4719473.stm>
- Romero, María Jesús. 1998. Serán puros nativos de Sonora, plantarán 10 mil árboles. *El Imparcial*. 18 de octubre.
- SAGARPA. 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx (3 de noviembre de 2014).
- Salazar-Adams, A. y N. Pineda. 2010. Escenarios de demanda y políticas para la administración del agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora. *región y sociedad* XXII (47): 105-122.

- SEDUE. 1992. Concentración de partículas suspendidas totales en la ciudad de Hermosillo, Sonora (1990-1991). En *Ecología, recursos naturales y medio ambiente en Sonora*, editado por J. L. Moreno Vázquez, 333-348. Hermosillo: COLSON, Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología, Gobierno del Estado de Sonora.
- Shannon, C. E. y W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Shreve, F. e I. L. Wiggins. 1964. *Vegetation and flora of the Sonoran Desert*, volumen 1. Redwood: Stanford University Press.
- Sovocool, K. A., M. Morgan y D. Bennett. 2006. An in-depth investigation of xeriscape as a water conservation measure. *Journal American Water Works Association* 98 (2): 82-93.
- The New York Times. 2007. Las Vegas's changing landscape. Video en línea: <http://www.nytimes.com/video/us/1194817120315/las-vegas-s-changing-landscape.html> (18 de julio de 2007).
- Van Dyke, F. 2008. *Conservation biology: foundations, concepts, applications*. Nueva York: Springer Science & Business Media.
- Vega-Granillo, E. L., S. Cirett-Galán, M. L. De la Parra-Velasco y R. Zavala-Juárez. 2011. Hidrología en Sonora. En *Panorama de la geología de Sonora*, editado por Thierry Calmus, 57-88. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 118.
- Vila-Ruiz, C. P., E. Meléndrez-Ackerman, R. Santiago-Bartolomei, D. García-Montiel, L. Lastra, C. E. Figuerola y J. Fumero-Caban. 2014. Plant species richness and abundance in residential yards across a tropical watershed: implications for urban sustainability. *Ecology and Society* 19 (3): 22.
- Walker, J. S., N. B. Grimm, J. M. Briggs, C. Gries y L. Dugan. 2009. Effects of urbanization on plant species diversity in central Arizona. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7 (9): 465-470.

Zmyslony, J. y D. Gagnon. 1998. Residential management of urban front-yard landscape: a random process? *Landscape and Urban Planning* 40 (4): 295-307.

Zube, E. H. y C. B. Kennedy. 1990. Urban forests in the desert. *Journal of Arboriculture* 16 (4): 95-98.

Anexo

Listado de especies

#	Nombre	Género	Especie	Origen	A	B	C	D
1	Acacia	Albizia	lebbeck	Australia	1.9	3.1	12	22
2	Aguate	Persea	americana	México tropical	0	0.17	0	1
3	Álamo	Populus	mexicana	México	0.17	0.17	1	1
4	Álamo plateado	Populus	alba	Europa	0.17	0	1	0
5	Algodoncillo	Hibiscus	tiliaceus	India	5.17	6.03	40	44
6	Almendrón	Terminalia	catappa	India	1.38	0.69	10	4
7	Amapa	Tabebuia	spp	Nativa	3.28	2.59	27	16
8	Árbol botella	Brachychiton	populneus	Australia	0	0.17	0	1
9	Árbol del cepillo	Callistemon	citrinus	Australia	0	0.17	0	1
10	Árbol del fuego	Delonix	regia	Madagascar	12.76	8.79	87	64
11	Árbol lele	Pseudobombax	ellipticum	Sur de México	0.17	0	1	0
12	Árbol lira	Ficus	lyrata	África	0.34	0.17	2	1
13	Bagote	Parkinsonia	aculeata	Nativa	0.52	0.17	5	2
14	Benjamina	Ficus	benjamina	India	45.34	31.21	925	463
15	Biznaga	Ferocactus	spp	Nativa	0.34	0.17	8	8
16	Brea	Cercidium	praecox	Nativa	0.86	1.38	15	9
17	Casuarina	Casuarina	equisetifolia	Australia	0.69	1.03	5	6
18	Ceiba	Ceiba	pentandra	América del Sur	3.28	2.59	26	17
19	Chilicote	Erythrina	flabelliformis	Nativa	0	0.17	0	1
20	Sina	Lophocereus	schottii var. m.	Nativa	0.17	0.17	1	1
21	Ciprés común	Cupressus	sempervirens	Mediterráneo	13.79	12.76	146	110
22	Cocotero	Cocos	nucifera	América Central	0	1.03	0	6
23	Dátil	Phoenix	dactylifera	Golfo Pérsico	2.59	5.52	16	37
24	Durazno	Prunus	persica	China	0	0.34	0	2
25	Echo	Pachycereus	pecten-aboriginum	Nativa	0	0.17	0	2
26	Encino	Quercus	spp	Nativa	0	0.17	0	1
27	Eucalipto	Eucalyptus	spp	Australia	0.86	1.03	7	8
28	Granada	Punica	granatum	Irán	0	0.17	0	1
29	Grevilea	Grevillea	robusta	Australia	1.9	2.24	13	13
30	Guamúchil	Pithecellobium	dulce	Nativa	2.59	4.66	34	39

31	Guásima	Guazuma	ulmifolia	Nativa	0.34	0.52	2	3
32	Guayaba	Psidium	guajava	Brasil	2.76	2.93	18	17
33	Guayacán	Guaiacum	coulteri	Nativa	1.03	1.55	7	10
34	Guérigo	Populus	brandegeei	Nativa	0.86	0.17	6	3
35	Higuera	Ficus	carica	Mediterráneo	0.34	1.38	2	8
36	Higuerilla	Ricinus	communis	Nativa	0	0.69	0	6
37	Hule	Ficus	elastica	Asia tropical	0.52	0.86	12	5
38	Jacalosuchil	Plumeria	rubra	América Central	9.83	15.86	78	116
39	Leucaena	Leucaena	leucocephala	Sur de México	3.79	14.66	29	138
40	Lima	Citrus	aurantifolia	América del Sur	0.17	0	1	0
41	Limón	Citrus	aurantifolia	India	3.1	14.48	24	112
42	Limón real	Citrus	limon	India	0	0.17	0	1
43	Lluvia de oro	Cassia	fistula	Egipto	0.34	0.69	2	4
44	Mandarina	Citrus	reticulata	Sur de China	0.52	0.69	4	5
45	Mango	Mangifera	indica	India	1.9	12.07	14	97
46	Máuto	Lysiloma	divaricatum	Nativa	0.17	0.34	2	2
47	Mezquite	Prosopis	spp	Nativa	22.24	8.45	262	86
48	Mora	Morus	nigra	Asia	0.69	1.72	5	10
49	Moringa	Moringa	oleifera	India	2.76	6.38	20	48
50	Naranja	Citrus	sinensis	Sureste de Asia	4.14	5.34	48	38
51	Naranjita	Citrus	spp	India	0.17	0.52	1	3
52	Naranjo agrio	Citrus	aurantium	Sureste de Asia	18.79	11.55	279	92
53	Nim	Azadirachta	indica	Sureste de Asia	12.07	10.52	115	86
54	Nogal	Carya	illinoensis	América del Norte	0.52	0	3	0
55	Ocotillo	Fouquieria	splendens	Nativa	0	0.34	0	8
56	Ocotillón	Fouquieria	macdougalii	Nativa	0.34	0.52	2	4
57	Olivo	Olea	europaea	Europa	0.34	0	2	0
58	Olivo negro	Bucida	buceras	India	23.79	10.69	345	132
59	Orquídea	Bauhinia	variegata	India	1.9	3.28	13	19
60	Palma abanico	Washingtonia	robusta	Nativa	13.28	14.48	125	127
61	Palma canarias	Phoenix	canariensis	Islas Canarias	0.17	0.17	1	1
62	Palma real	Roystonea	regia	Caribe	4.48	8.97	53	77
63	Palo blanco	Ipomoea	arborescens	Nativa	0	0.34	0	2
64	Palo verde	Cercidium	spp	Nativa	0.17	0.17	3	3

65	Palo vichi	Acacia	willardiana	Nativa	0	0.17	0	1
66	Palofierro	Olneya	tesota	Nativa	1.03	0.86	8	6
67	Papaya	Carica	papaya	Centro América	0.17	2.93	1	23
68	Paraíso	Simarouba	glauca	Florida	0.17	0	1	0
69	Pingüica	Ehretia	tinifolia	India	20.34	16.38	208	140
70	Pino alepo	Pinus	halepensis	Europa	0.17	0	3	0
71	Pino de Norfolk	Araucaria	heterophylla	Isla Norfolk	0	0	0	0
72	Pino planchado	Thuja	occidentalis	Europa	6.03	21.38	51	183
73	Pino salado	Tamarix	spp	Eurasia	0.17	0.34	2	3
74	Piocha	Melia	azedarach	Asia	2.93	6.03	19	37
75	Pirul	Schinus	molle	Perú	0.34	0.34	2	2
76	Pitahaya	Lemaireocereus	thurberi	Nativa	0.17	0.34	2	5
77	Plátano	Musa	paradisiaca	Asia	0	0.69	0	4
78	Saguaro	Carnegiea	gigantea	Nativa	0	0.17	0	2
79	Sapote	Casimiroa	edulis	Este de México	0	0.52	0	3
80	Sauce	Salix	spp	Nativa	0	0.17	0	1
81	Tamarindo	Tamarindus	indica	África tropical	0.69	1.21	4	7
82	Tepeguaje	Lysiloma	watsoni	Nativa	4.66	1.9	80	27
83	Toronja	Citrus	paradisi	Asia	0.34	2.59	2	15
84	Tronador	Tecoma	stans	América del Sur	2.59	9.83	19	77
85	Uvalama	Vitex	mollis	Nativa	1.21	1.9	7	12
86	Vinorama	Acacia	farnesiana	Nativa	0.52	0.17	7	1
87	Yuca de jardín	Yucca	spp	América del Norte	0.17	1.55	1	11
88	Yucateco	Ficus	nitida	Sur de Asia	11.72	3.97	125	41
89	No id. 1				0	0.17	0	2
90	No id. 2				0.34	0.34	2	2

A: frecuencia en banquetas; B: frecuencia en jardín; C: conteo en banquetas; D: conteo en jardín.
Fuente: elaboración propia.