



Frontera Norte
ISSN: 0187-7372
ISSN: 2594-0260
revista@colef.mx
El Colegio de la Frontera Norte, A.C.
México

Adopción de especies nativas en la gestión de espacios verdes públicos sostenibles: El caso de Hermosillo

Bernal Grijalva, María Magdalena; Navarro Navarro, Luis Alan; Moreno Vázquez, José Luis

Adopción de especies nativas en la gestión de espacios verdes públicos sostenibles: El caso de Hermosillo

Frontera Norte, vol. 31, 2019

El Colegio de la Frontera Norte, A.C., México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13667922015>

DOI: <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2049>




Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.


Adopción de especies nativas en la gestión de espacios verdes públicos sostenibles: El caso de Hermosillo

Adopting Native Species for the Sustainable Management of Urban Green Areas: The Case of Hermosillo


María Magdalena Bernal Grijalva mbernal@colson.edu.mx
Colegio de Sonora, México

 <https://orcid.org/0000-0002-3825-8686>

Luis Alan Navarro Navarro lnavarro@colson.edu.mx
Colegio de Sonora, México

 <https://orcid.org/0000-0002-5819-9628>

José Luis Moreno Vázquez jmoreno@colson.edu.mx
Colegio de Sonora, México

 <https://orcid.org/0000-0001-8770-434X>

Frontera Norte, vol. 31, 2019

El Colegio de la Frontera Norte, A.C.,
México

Recepción: 18 Mayo 2018
Aprobación: 27 Septiembre 2018
Publicación: 01 Enero 2019

DOI: <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2049>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13667922015>

Resumen: La tendencia mundial de crecimiento urbano hace de la gestión sostenible de Espacios Verdes Públicos (EVP) un tema importante, principalmente en ciudades áridas y semiáridas, donde el reto es mantener/incrementar la Cobertura Vegetal (CV) sin aumentar la demanda de agua. Este estudio hizo un análisis documental de textos jurídico-administrativos del marco regulatorio de gestión de EVP. Posteriormente, para conocer el impacto de éste, se estimó la composición florística y la CV de una muestra de EVP (n=112) en un estudio de caso. Se encontró que el marco regulatorio actual no fomenta un patrón de reforestación sostenible y una suficiente CV. En promedio, las especies exóticas representaron 62 por ciento del patrón de reforestación y la CV fue de 27 por ciento.

Palabras clave: espacio público, áreas verdes, sostenibilidad, Hermosillo, México.

Abstract: The relevance of the sustainable management of public green spaces (PGSs) has increased as a result of the global trend of urban growth, especially in arid and semi-arid cities where planners are faced with the challenge of maintaining or increasing plant cover (PC) without increasing water consumption. This study analyzed legal and administrative documents concerning the regulatory framework for PGS in the city of Hermosillo. In addition, the floristic composition and PC of a sample of PGSs (n = 112) was estimated and the impact of this framework was determined using a case study. Our results indicate that the afforestation pattern derived from the current regulatory framework is unsustainable, and it results in insufficient PC in green spaces. On average, exotic species accounted for 62% of the afforestation pattern and PC averaged 27%.

Keywords: public spaces, green areas, sustainability, Hermosillo, México.

INTRODUCCIÓN

La vegetación en las áreas urbanas o la oferta de naturaleza ⁴ dentro de las ciudades ha adquirido mayor importancia y atención conforme las personas tienden a alejarse del medio rural para residir en zonas urbanas. Alrededor del mundo existe una tendencia creciente a la urbanización.

Según datos del Banco Mundial, en América Latina y el Caribe, el porcentaje de la población urbana en 1960 era de 49 por ciento y pasó a ser de 80 por ciento para el año 2015. En México, en 1950, la población urbana representaba poco más de 43 por ciento, y pasó a 78 por ciento para el año 2010. En Sonora, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2010) tan solo 14 por ciento de la población vive en localidades rurales.

El proceso de urbanización ha dejado de lado la provisión de áreas verdes, el déficit de Espacios Verdes Públicos (EVP) en las ciudades de Latinoamérica pareciera ser más la regla que la excepción. Este tema es aún más crítico en las ciudades ubicadas en climas áridos y semiáridos. En estas urbes, el mantenimiento de las áreas verdes ejerce una fuerte presión sobre los recursos hídricos, que a menudo no se hace explícita. A su vez, es en estos lugares donde la demanda por los servicios ambientales de los ecosistemas urbanos es más alta, por ejemplo, el efecto de la sombra en la temperatura del aire y el confort térmico de las personas (Hedquist y Brazel, 2014).

En la retórica de la mayoría de quienes toman decisiones sobre los asuntos públicos a nivel internacional y local, los EVP son un tema constante en su agenda. Por ejemplo, los Objetivos de Desarrollo Sostenible fijados por las Naciones Unidas como meta para el año 2030, contemplan lograr un acceso socialmente justo a áreas verdes y espacios públicos seguros. Es importante que estos EVP sean accesibles a todas las personas, más importante aún es que sean socialmente funcionales y que provean los servicios ecosistémicos esperados. Para ello, es necesario que las políticas públicas se basen en modelos sostenibles de gestión de EVP.

Así, el argumento central de este artículo es que el clima árido, una baja disponibilidad hídrica y una fuerte preferencia a reforestar los EVP con especies exóticas no adaptadas al ambiente local, introducidas desde climas lluviosos tropicales o templados, han dado como resultado EVP con baja dotación de naturaleza. Se propone la adopción de modelos de paisajismo ecológico (xérico ⁵) como una opción para conciliar dos objetivos contradictorios: maximizar el enverdecimiento de los EVP y la minimización del costo de mantenimiento, principalmente agua de riego.

El presente trabajo analiza el caso de la ciudad de Hermosillo localizada en el noroeste árido de México, en la bioregión binacional del Desierto de Sonora. Este caso es representativo de lo que sucede en muchas ciudades establecidas en climas áridos y semiáridos ofreciendo amplias oportunidades de aprendizaje ante la necesidad de dotar EVP con suficiente vegetación a la vez de hacer un uso racional del agua. En este estudio:

- Se hace un análisis documental del marco regulatorio relacionado con el diseño, construcción y mantenimiento de los EVP.
- Se identifica y localiza geográficamente los EVP a cargo del gobierno municipal, conocidos como plazas, parques y jardines públicos.

- Se estima la cobertura vegetal, densidad arbórea y el patrón de reforestación de estos espacios.

Para lograrlo, se aplica un enfoque multidisciplinario tomando técnicas del análisis florístico de la dasonomía urbana, así como el análisis de política pública a través de la revisión documental, estadísticas y datos geográficos. Las hipótesis que guiaron esta investigación son las siguientes:

- No existía una política pública clara y definida que promoviera un modelo de gestión de EVP sostenible; por consiguiente.
- La composición florística estaba dominada por especies exóticas o introducidas.
- Este patrón de reforestación más la aparente escasez de recursos para el mantenimiento de los EVP ha contribuido a que tengan una baja cobertura vegetal.

El artículo está estructurado en diferentes secciones. En primer lugar, se describe brevemente el caso de estudio, haciendo énfasis a su aridez y la poca confiabilidad de sus fuentes de agua. Enseguida se discute el concepto de EVP, centrándose en el componente vegetal: cobertura y composición florística, desde la perspectiva del paisajismo ecológico y el xeriscape. A continuación, se describe la metodología empleada; y después se da paso a la sección de análisis de datos y resultados, misma que se subdivide en dos partes: los resultados de la investigación documental y el estudio del componente verde de una muestra de EVP. Por último, se resumen las conclusiones y recomendaciones que surgen de este trabajo.

EL CASO DE ESTUDIO

La ciudad de Hermosillo se ubica en los 29° 04' 30.24" de latitud norte y 110° 57' 32.17" de longitud oeste, en el estado de Sonora al noroeste de México (véase mapa 1 en el apartado metodológico), en la bioregión del Desierto de Sonora. El clima es de tipo BWh o árido muy seco de acuerdo a la clasificación de Köppen, con valores promedio anuales de precipitación y temperatura de 356 mm y 25 °C, respectivamente. Según datos de la Estación Hermosillo Norte de la Comisión Nacional de Aguas (Conagua) (clave 26-139) para el periodo de 1961-2016, los meses de junio-septiembre la temperatura máxima puede alcanzar los 40-41 °C y la temperatura máxima extrema se registró el mes de junio con 49.5 °C (Sánchez, 2014); por otro lado, la evaporación potencial promedio es de 2 602 mm.

De acuerdo con la Encuesta Intercensal (Inegi, 2015) el municipio de Hermosillo contaba con 884 273 habitantes. Ese mismo año se estimó una tasa de crecimiento para la ciudad de 2.7 por ciento (Consejo Estatal de Población [Coespo], 2015) y un crecimiento nacional de 1.4 por ciento (Inegi, 2015).

Aunque desde el año 2013 la ciudad de Hermosillo ha contado con un flujo constante de agua, no siempre ha sido de esta forma. Según Agua de Hermosillo, se tuvo que recurrir a racionamientos (*tandeos*) en

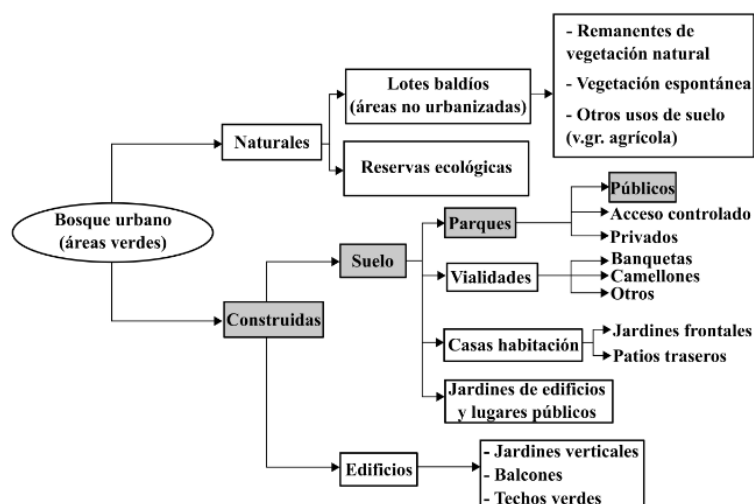
2006 y en el periodo de 2010 a 2012. En materia de disponibilidad de agua, la ciudad presenta una alta inestabilidad en sus fuentes debido a las siguientes razones:

- El 72.43 por ciento del suministro total de agua de la ciudad provino de fuentes subterráneas durante 2017; ⁶ además los pozos se ubican sobre acuíferos sobreexplotados (Conagua, 2015a; 2015b).
- La presa Abelardo L. Rodríguez, fuente importante de agua para la ciudad, ha permanecido casi seca desde 1998 (Navarro y Moreno, 2016; Romo, 2018).
- Actualmente, la ciudad depende de importar de 25 a 30 por ciento del agua de la cuenca del Río Yaqui a través del Acueducto Independencia.
- Existen deficiencias internas en la operación del organismo municipal de agua potable, lo cual provoca que mucha del agua se pierda en fugas (Salazar-Adams y Pineda-Pablos, 2010).

Aunque actualmente la ciudad trata 100 por ciento de sus aguas residuales, la posibilidad de usarlas para el riego de áreas verdes urbanas es limitada. Solo un parque público cuenta con línea morada para el suministro de agua tratada para riego; ⁷ por lo que casi la totalidad de las áreas verdes de la ciudad compiten por el uso de agua potable con otros usuarios.

Espacios Verdes Públicos (EPV)

El bosque urbano se compone de los árboles, arbustos y vegetación herbácea asociada a éstos, que se encuentran dentro de los límites de una ciudad. El bosque también incluye el arbolado de alineación en banquetas de calles, avenidas, camellones, y en general toda formación vegetal dentro de una ciudad (Benavides-Meza y Fernández-Grandizo, 2012) (gráfica 1). A su vez, el bosque urbano, junto con las corrientes y cuerpos de agua, forman lo que se conoce como ecosistema urbano, mismo que Bolund y Hunhammar (1999) definen como espacios verdes y azules que se localizan dentro del área urbana.



Gráfica 1

Tipología del bosque urbano

Fuente: Elaboración propia con base en Kardinal-Jusuf y Nuyuk-Hien (2016).

Definimos los EVP como subconjunto del bosque urbano y un tipo de espacio público; representado por plazas, parques y jardines; la mayoría de las veces a cargo del gobierno municipal, aunque existen muchas otras tipologías en el argot urbanístico para hacer referencia a estos espacios, por ejemplo, el sistema normativo de equipamiento para áreas recreativas urbanas de México elaborado por la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol, 1999) (ver cuadro 1). La idea es que los EVP poseen tres componentes necesarios: vegetación, infraestructura urbana y acceso público. Aunque éstas dos últimas dimensiones son importantes, este trabajo se centra en el componente verde de los EVP.

Vegetación: cobertura verde

El término de área verde como tal es una metáfora que hace referencia al color de la vegetación fotosintéticamente activa, ya sea de árboles, arbustos, hierbas o pastos. Por el contrario, las construcciones, edificaciones e infraestructura diversa se denominan “infraestructura gris”. El área de la capa de vegetación que cubre el suelo con relación al área total del EVP es lo que se conoce como Cobertura Vegetal (CV).

Aunque no existe en la literatura un consenso en cuanto al porcentaje mínimo de CV de un EVP, se espera que sea una proporción importante de éstos, pues la vegetación cumple muchas funciones ecológicas que generan Servicios Ecosistémicos Urbanos (SEU). La vegetación tiene el potencial de mejorar la sensación térmica de los exteriores a través del proceso de evapotranspiración, la sombra que produce reduce los valores de albedo, los árboles pueden interceptar de 75 a 90 por ciento de la radiación solar (Kardinal-Jusuf y Nuyuk-Hien, 2016) creando EVP más agradables. Por ejemplo, ya desde 1975 se había identificado el Bosque de Chapultepec de la Ciudad de México como una “isla fría” y con una mejor calidad del aire que el resto de la ciudad (Jáuregui-Ostos, 1975). Otros

SEU creados por el bosque urbano son: secuestro de carbono, demora pluvial, mejora de la calidad del aire y aislamiento acústico.

Nowak et al. (1996) estudiaron la cobertura arbórea del bosque urbano en 58 ciudades en Estados Unidos; ésta varió de 55 por ciento en Baton Rouge, ciudad capital del estado de Luisiana, a 0.4 por ciento en Lancaster, California. Concluyeron que el ambiente natural que rodea una ciudad es el mejor predictor de su cobertura arbórea. Por ejemplo, en zonas desérticas varió de 0.4 a 26 por ciento.⁸ Los mismos autores también encontraron diferencias dentro de cada ciudad en función del uso de suelo, la cobertura arbórea era de 11.3 por ciento en parques urbanos localizados en zonas desérticas y 47.6 por ciento en aquellos donde la vegetación natural era boscosa.

Asimismo, la Sedesol (1999) describe un programa arquitectónico general para las áreas recreativas urbanas de México, que posee una sugerencia implícita de CV. Aunque este sistema no precisa que la superficie debe estar por completo cubierta de vegetación, más bien se refiere a éstas como zonas verdes, bosques o áreas libres (cuadro 1).

Cuadro 1
Superficie de área verde sugerida por SEDESOL (1999)

Tipo	Áreas verdes (%)	Superficie mínima (m²)
Juegos infantiles	22	1 250
Jardín vecinal	33	2 500
Parque de barrio	59	11 000
Parque urbano	91	91 000

Fuente: Elaboración propia con datos de Sedesol (1999).

Lo cierto es que no existe una relación lineal entre el porcentaje de CV y el atractivo social de un EVP. Algunos estudios han tratado de determinar la densidad arbórea óptima a través de metodologías que miden la percepción de belleza escénica y de espacios seguros. Schroeder y Green (1985) encontraron que la percepción en la belleza escénica de un parque y la densidad real de árboles sigue una curva en la forma de “u” invertida, esto es, pocos o muchos árboles crean paisajes no atractivos. El nivel óptimo se encontró entre 150 - 160 árboles maduros por hectárea, esto equivale a 1.55 árboles por 100 m.. Para el caso de ciudades como Phoenix o Hermosillo, se estima que un árbol tiene una copa promedio con un radio de 3 metros, por lo que 1.55 árboles en 100 m. equivaldría a un 44 por ciento de CV.⁹

EVP sostenibles

Lo que se conoce como un paisaje urbano tradicional, generalmente consiste en espacios verdes compuestos de especies exóticas no adaptadas al clima local que requieren de mucho mantenimiento, principalmente en la forma de riego (Spinti, Hilaire y VanLeeuwen, 2004). El clima árido, una baja disponibilidad hídrica y una fuerte preferencia a utilizar especies exóticas, provenientes de climas lluviosos tropicales y templados, han dado como resultado la construcción de un EVP con una baja dotación de naturaleza. Por ello, en Hermosillo es común observar parques, plazas y jardines, donde predomina el color gris/café, terregoso y con poca o nula vegetación (Clemente-Marroquín, 2007). La intensa radiación solar típica de zonas desérticas y la ausencia de vegetación crea el fenómeno que se conoce como islas de calor urbano, formando microclimas poco atractivos para el desarrollo de las funciones sociales de estos lugares.

Clemente-Marroquín (2007) menciona que los períodos de sequía o la falta de agua afectan drásticamente la conservación de los parques de Hermosillo, gran parte de la vegetación se seca y se requiere mucho trabajo para mantener los sistemas de riego funcionando, esto sin tomar en cuenta, como ya se mencionó, la escasez de agua que sufre la ciudad. Algunas especies exóticas como yucatecos (*Ficus nitida*), benjamins (*Ficus benjamina*) y grevilleas (*Grevillea robusta*), entre otras, ampliamente distribuidas en la ciudad, están afectadas por enfermedades como la pudrición texana (El Imparcial, 2014). Navarro y Moreno (2016) encontraron que el paisaje arbóreo de las banquetas de Hermosillo estaba dominado por dos especies exóticas: benjamina (frecuencia de 45.34 %) y olivo negro (*Bucida buceras*) (frecuencia de 23.79 %). La relación entre la carencia de vegetación, la falta de abastecimiento de agua y el poco uso de especies de flora local también fue evidenciada por Ojeda Revah y Álvarez (2000, p. 18) para la ciudad de Tijuana.

La tendencia de los habitantes a desplazar la vegetación nativa para sustituirla por especies exóticas no es exclusiva de este caso de estudio. Raxworthy (2010) destaca cómo en Australia, siendo un país árido, donde la vegetación nativa ha desarrollado mecanismos para sortear la sequía, sus habitantes siguen adoptando el paradigma europeo de un paisaje verde, el cual requiere de mucha agua y no es sostenible. Una experiencia similar la describen Alam, Khattak, Ppoyil, Kurup y Ksiksi (2017) para los Emiratos Árabes Unidos. En todos los casos se presenta la disyuntiva entre incrementar la cobertura verde para maximizar el confort climático y la minimización del uso de agua (McPherson y Dougherty, 1989 ; Guhathakurta y Gober, 2007).

Por otra parte, un modelo de paisajismo ecológico es una opción que tiene el potencial de reconciliar la escasez de recursos para el mantenimiento de los EVP, principalmente agua para riego, con la demanda de servicios ecosistémicos urbanos y las preferencias paisajísticas de las personas (Hitchmough y Dunnett, 2004). Un primer paso es seleccionar plantas adaptadas a la temperatura y disponibilidad de agua local (lluvias y riego) (Beck, 2013). Por su parte, el paisajismo xérico o

xeriscape, consiste en el diseño de jardines o EVP que requieren poca o nada suplementación de agua (riego) más allá de aquella recibida por la lluvia (Tyman, 2011).

Entonces, consideramos como especie no nativa, *alien*, importada, introducida o exótica, a aquellas que son ajenas al medio ambiente local. Desde la perspectiva del “xeriscape” las especies no deseadas serían aquellas traídas de ambientes méxicos, templados o tropicales; es decir, ambientes húmedos, que una vez establecidas en el ambiente seco y con altas temperaturas, como el de Hermosillo, demandan mucha agua para sobrevivir.

Estrictamente, las plantas nativas son aquellas que podemos encontrar creciendo en la vegetación original que existía en la mancha urbana; esto es, el tipo de vegetación natural que rodea una ciudad. Excluimos de ésta, aquellas especies que fueron introducidas y se naturalizaron o volvieron invasoras. Por ejemplo, el tipo de vegetación natural que rodea la ciudad de Hermosillo fue descrito por la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA, 1986) como “matorral arbosufrutescente” que es una combinación de árboles de porte mediano, arbustos y algunas cactáceas. Otras clasificaciones son: matorral xerófilo (Rzedowski, 1990), mezquital xerófilo, matorral sarcocaulé y desértico micrófilo (Inegi, 2013a).

Demanda hídrica del bosque urbano

Considerando la definición de bosque urbano, sería difícil estimar los requerimientos hídricos de cada uno de sus diversos espacios. Sin embargo, el consumo exterior de agua en viviendas unifamiliares con espacios ajardinados se ha estimado en algunas ciudades del suroeste árido y semiárido de Estados Unidos en un promedio de 54.62 por ciento. Un ejemplo particular de esto es Tempe, Arizona, con 67.3 por ciento (Western Resources Advocates, 2003, p. 63).

Un aspecto que sugiere el elevado consumo de agua en exteriores – en ciudades áridas y semiáridas– es el alto pico de demanda hídrica que ocurre en verano. Johnson (1980) describió un incremento de 124 por ciento de la demanda residencial de agua en la ciudad de Tucson durante el mes de julio, en comparación con el mes de enero. El mismo fenómeno se reportó para Phoenix, donde la demanda de agua en julio es más del doble que en febrero (City of Phoenix, 2011). En el caso de Hermosillo, para el año 2017 el gasto mensual más bajo se tuvo durante diciembre y el máximo ocurrió en junio, que fue 30 por ciento mayor comparado con diciembre.¹⁰

Se asume que gran parte del consumo de agua en exteriores se destina al riego de jardines. En un estudio de medidas repetidas antes y después de transformar a xeriscape, Sovocool (2005) comprobó que en un área promedio de jardín tradicional con pasto en Las Vegas se obtuvo un ahorro significativo de 30 por ciento en el consumo anual de las casas habitación estudiadas.¹¹

Moll (1989) menciona que, en ciudades como Tucson, Arizona, existen dos grandes limitantes para el desarrollo de la vegetación urbana: calor y agua. Las especies nativas poseen ventajas adaptativas ante estas limitantes. Por ejemplo, un árbol de mora (*Morus spp.*) puede demandar tanta agua como cuatro paloverdes (*Parkinsonia spp.*) (McPherson y Dougherty, 1989). Esta capacidad adaptativa puede verse en especies tales como el palo fierro (*Olneya tesota*) (Smith, Monson y Anderson, 1997, p. 73), tepeguaje (*Lysiloma watsonii*) (Yetman, 2003, p. 203) y tarachique (*Dodonaea viscosa*) (Felger, Johnson y Wilson, 2001) que, a pesar de no recibir agua, en la época seca, permanecen verdes en su medio natural.

Sin embargo, como lo estimaron Chow y Brazel (2012) para la ciudad de Phoenix, el xeriscape no reduce tanto la temperatura y aumenta el confort térmico de las personas, al igual que los jardines mésicos con pasto y plantas exóticas. Pero, como ya se mencionó, debe buscarse un equilibrio óptimo entre la adopción de vegetación nativa (xeriscape), los recursos disponibles para su mantenimiento y las preferencias paisajísticas de las personas (Hitchmough y Dunnett, 2004).

METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos planteados en este estudio, se siguieron dos estrategias metodológicas, una cuantitativa y otra cualitativa.

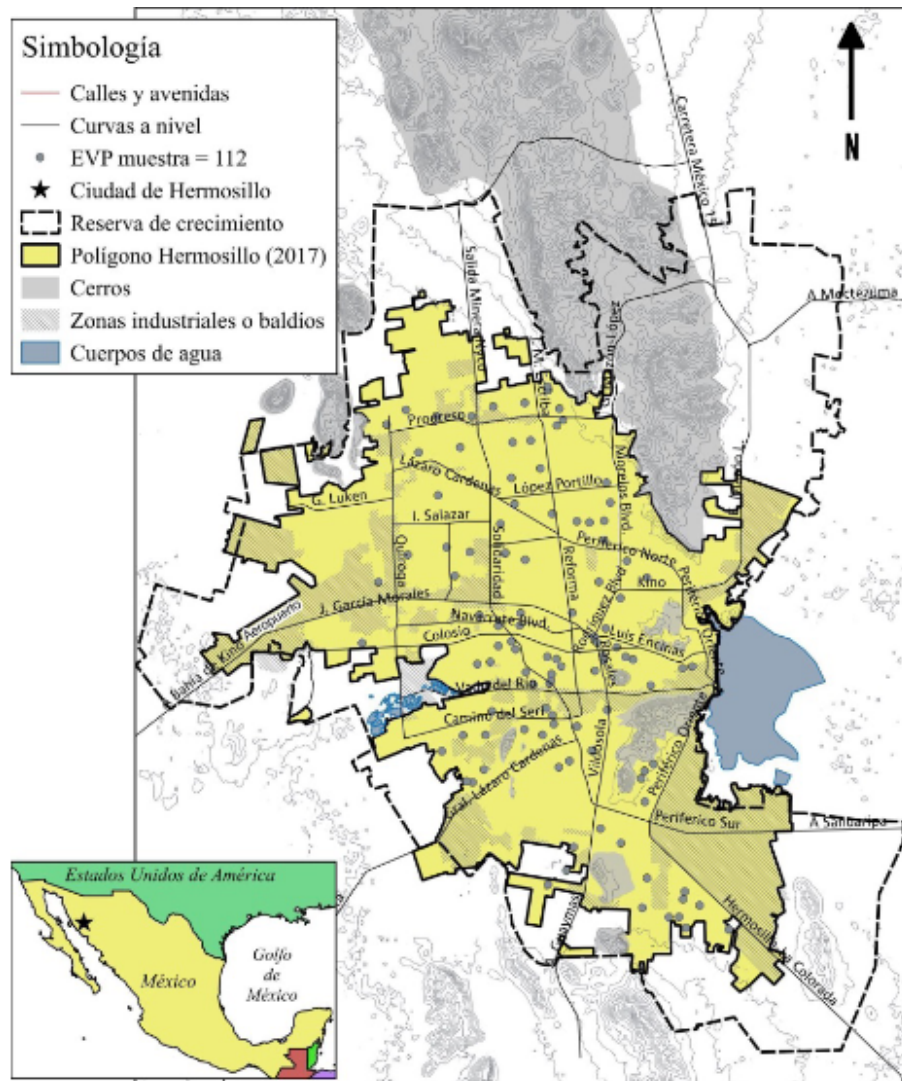
Estrategia cuantitativa

La unidad de análisis se definió como EVP representado por los parques y jardines a cargo del municipio. La Dirección de Parques y Jardines del municipio de Hermosillo proporcionó una lista de parques en formato de hoja de cálculo (actualizada a 2015), categorizados en: plazas, rural y bulevar. Solo se utilizó la categoría de plazas, éstas sumaban un total de 669. La lista incluía el nombre del parque, domicilio y la superficie en metros cuadrados. Con esta información, y usando Google Earth. ¹² fue posible georeferenciar y delimitar manualmente los polígonos de 590 plazas.

Determinación de la cobertura vegetal

Se tomó una muestra de 112 (véase mapa 1) de las 590 plazas identificadas. Cada uno de estos polígonos se *foto-interpretó* para diferenciar masas de vegetación, de infraestructura gris y de suelo desnudo. La foto-interpretación consiste en interpretar los rasgos y características de imágenes satelitales de alta resolución, basados en la forma, color, textura, patrón, asociación y otro tipo de información *a priori*, que permita categorizar un objeto geográfico (polígono, punto o línea) dentro de una clase preestablecida (Loelkes, Howard, Schwartz, Lampert y Miller, 1983). El analista asigna la categoría y crea manualmente el objeto, por lo que

determina también la extensión del mismo. La CV se estimó como el cociente del área foto-interpretada como *vegetación* y el área total del EVP.



Mapa 1

Polígono de la ciudad de Hermosillo y localización de los parques estudiados

Fuente: Elaboración propia con base en diversos datos del H. Ayuntamiento de Hermosillo (2014), fotointerpretación de imágenes de Google Earth (2016) e Inegi (2013b).

Composición florística

En cada EVP se contabilizó el número de árboles presentes, con la ayuda de expertos e investigando cada ejemplar usando claves tales como su nombre común y rasgos característicos (tamaño, color de flores, frutos, etcétera). Asimismo, se determinó su género, especie y familia, identificando si eran árboles pertenecientes a la flora local.

Estrategia cualitativa

Para conocer la política de reforestación que incide en la gestión de los EVP del área de estudio, se llevó a cabo un análisis documental de las leyes y reglamentos aplicables.

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS PARTE I: EL MARCO REGULATORIO

El estado actual de los EVP de la ciudad de Hermosillo es resultado de una política pública que los afecta en cantidad y calidad. Asimismo, esta situación influye en las características generales del bosque urbano y los servicios ecosistémicos que presta. La falta de sostenibilidad del bosque urbano de Hermosillo queda de manifiesto en lo que en una ocasión un empresario promotor del paisajismo xérico comentó: “si todos los miles de árboles que escuchamos que se han plantado en Hermosillo se hubieran logrado, Hermosillo fuera una selva” ¹³, haciendo referencia a la utilización de especies no adaptadas al desierto sonorense, así como al nulo seguimiento y mantenimiento de las áreas reforestadas. Evidentemente, este esfuerzo público no se ha visto reflejado en el enverdecimiento de la ciudad. ¹⁴ En el cuadro 2 se muestra un resumen de las leyes y reglamentos que inciden en los EVP de la ciudad de Hermosillo, y en las siguientes secciones de este apartado se hace un breve análisis de éstas.

Cuadro 2

Leyes, reglamentos y normas que regulan los EVP

Nivel	Nombre
Federal	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación (DOF) 5 de junio de 2018
Federal	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (DOF 28 enero 1988).
Federal	NOM 059 SEMARNAT 2010
Federal	Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (DOF 28 noviembre 2016)
Sonora	Ley Núm. 254 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora publicada en el Boletín Oficial (BO) Núm. 26, sección IV, Tomo CLXXVIII, de fecha 28 de septiembre de 2006; Decreto No. 149 del 16 de junio del 2015 (BO Núm. 5, sección I)
Sonora	Ley No. 217 del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Sonora, (BO Núm. 1, sección I del 3 de enero de 1991)
Sonora	Ley para la Protección, Conservación y Fomento del Árbol en las Zonas Urbanas del Estado de Sonora (BO 8 de agosto de 2016)
Sonora	Ley de Propiedad en Condominios de Inmuebles para el Estado de Sonora (BO, Tomo CXCVIII, Núm. 49, sección IV, 19 de diciembre de 2016)
Hermosillo	Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo (BO Núm. 6, sección III del 19 de enero de 2012)

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la revisión documental.

a) Recomendaciones internacionales

La norma internacional en materia de EVP que se ha tomado como estándar a escala ciudad, es la que establece la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomendando un mínimo de 9 m. por habitante. No fue posible encontrar la fuente original donde la OMS recomienda este parámetro, mucho menos conocer cómo se determinó. Algunos autores mencionan haber tenido la misma dificultad y sugieren que la OMS en realidad no sustenta este indicador (Henríquez-Ruíz, 2014 ; Huizar-Contreras y Ojeda Revah, 2014). No obstante, existen múltiples publicaciones y diversos diagnósticos (Alanís-Flores, 2005 ; Jiménez-Pérez, Cuellar y Treviño, 2013) relacionados con los EVP en ciudades alrededor del mundo que usan este valor como referencia (OECD, 2017, p. 236 ; Mohapatra, 2016, p. 12 ; Ros-Orta, 2013, p. 31 ; Sorensen, Barzetti y Williams, 1998, p. 4).

El indicador de la OMS posee varias dificultades para su implementación. La primera es determinar cuáles espacios se deben de incluir o definir como áreas verdes; Rapoport y López-Moreno (1987, p. 14) comentan que “en los cálculos de las áreas verdes urbanas no se incluyen los jardines privados, aun cuando éstos contribuyen con una cuota importante de vegetación”. Un segundo obstáculo es que rara vez se incluye la variable de acceso y distribución uniforme de las áreas verdes, éstas deben de estar a no más de 15 minutos a pie de la residencia de los usuarios potenciales (Sorensen, Barzetti y Williams, 1998). Por último, este indicador no dice nada sobre la calidad de estos espacios, como CV, infraestructura y su mantenimiento; más aún, si los espacios son socialmente funcionales.

México también ha asumido compromisos internacionales relacionados con las áreas verdes y ecosistemas urbanos. Podemos citar el Plan Estratégico 2011-2020 del Convenio sobre la Diversidad Biológica y las metas de Aichi. Específicamente, podríamos mencionar la meta 14 relacionada con salvaguardar los ecosistemas que proveen servicios esenciales, considerando que urbanizar es tan solo sustituir un ecosistema natural por uno urbano. Por otra parte, la Agenda 2030, adoptada el 25 de septiembre del 2015, estableció el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 relacionado con lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Específicamente, el ODS 11.7 establece la necesidad de lograr para el 2030 acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y aquellas con discapacidad. La vinculación explícita de estos compromisos internacionales con los instrumentos de planeación nacional, estatal o local no está clara.

b) Marco normativo federal

Siguiendo con el ámbito federal, la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, faculta a los estados y municipios para que se encarguen de asegurar una dotación adecuada entre las áreas verdes y la construcción de infraestructura, tomando como base de cálculo las normas nacionales en la materia (artículos 75 y 76).

La creación de EVP se da concomitantemente al proceso de urbanización. La planeación, diseño y extensión está a cargo, en primera instancia, del desarrollador o promotor inmobiliario, por supuesto, siguiendo el marco normativo federal, estatal y municipal correspondiente. El crecimiento de la ciudad a costa de terrenos con vegetación natural, y que forman parte de los terrenos forestales de la nación, requiere de obtener autorización para el cambio de uso de suelo en terreno forestal según lo que indica Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (artículo 93). Previo a este trámite se debe obtener un resolutivo favorable en materia de impacto ambiental según la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Estas autorizaciones las otorga una dependencia federal: Semarnat.

Lo importante es que la Semarnat suele condicionar o recomendar la utilización de las especies de flora presentes en el sitio para la reforestación de áreas verdes, bulevares y camellones incluidos en el diseño urbano. Promueve el rescate de especies incluidas en la NOM 059-SEMARNAT-2010, misma que recomienda ponerlas a disposición del municipio. Adicionalmente, sugiere que, dentro de lo posible, se privilegie la permanencia de la vegetación original.

Finalmente, la Sedesol (1999) elaboró un sistema normativo de equipamiento de áreas recreativas, donde se especifican los componentes arquitectónicos que deben poseer, dimensiones, radio de servicio y población a beneficiar. Sin embargo, según Huizar-Contreras (2012, p. 23) “estas recomendaciones son solo de carácter indicativo, lo que significa que su aplicación es decisión de los estados o municipios”.

c) Marco normativo estatal

En términos cuantitativos la legislación estatal determina la extensión y, más recientemente, la posible CV de los EVP. Al menos por espacio de 30 años, desde la Ley de Desarrollo Urbano (18 de febrero de 1985), pasando por la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (28 de septiembre de 2006) que derogó ésta, hasta el Decreto número 149 (16 de julio de 2015) que adicionó y reformó ésta última, la política era que el desarrollador donara de 2 a 3 por ciento del área vendible para parques y jardines.¹⁵

El decreto número 149 reformó la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano a favor de las áreas verdes mediante las siguientes estipulaciones:

- El artículo 27 fracción VI Bis estipula que se deben crear áreas verdes atendiendo las recomendaciones que emite la OMS al respecto.
- El artículo 92 fracción IV menciona la obligación de la autoridad municipal a recibir y preservar las áreas verdes.
- Varios artículos (96, 98 y 100) ponen énfasis en la utilización de vegetación natural, nativa o adaptada y no importada.
- El artículo 103 estipula que el área de donación deberá estar en función de la densidad poblacional. A partir de 2015 todos los fraccionamientos deberían donar 4.2 m² por vivienda para áreas verdes, aumentando medio metro cuadrado por año hasta llegar a un máximo de 6.2 en 2019, en lotes mayores a 300 m² estos valores se multiplican por 1.5.

Por ejemplo, considerando desarrollos habitacionales con una densidad de 50 viviendas por hectárea, 125-133 m. por lote y una densidad promedio de 3.63 habitantes por casa; si se destinaba 3 por ciento del área vendible como EVP, se obtenía como resultado alrededor de 1.1 m. por habitante. Con estos requerimientos mínimos era poco probable que se llegara a cumplir el indicador mínimo de la OMS; a no ser que, independientemente a esta superficie, el municipio hubiera construido parques de barrio que suplementaran la superficie donada por los desarrolladores. Por otra parte, la modificación al artículo 103 efectuada por el decreto número 149 no especifica cómo la donación de áreas verdes estará en función de la densidad poblacional. El factor de 6.2 m. por vivienda puede traducirse en un porcentaje fijo de 7 por ciento para viviendas de 90 m., lo que resultaría en una densidad de EVP por abajo de lo recomendado por la OMS.

La extensión de los EVP, como se explicó arriba, se da en forma endógena a la urbanización a través de las áreas donadas o con la construcción de parques y jardines a iniciativa del ayuntamiento. Sin embargo, no se normaba la densidad de árboles que estos espacios deberían tener. Recientemente se aprobó la Ley para la Protección, Conservación y Fomento del Árbol en las Zonas Urbanas del Estado de Sonora, mejor conocida como *Ley Árbol*. Considerando la especificidad de esta ley en la materia de dasonomía urbana, decidimos describirla y analizarla a detalle en el siguiente apartado.

Ley Árbol

Esta ley es de observancia para las zonas urbanas con más de 15 mil habitantes. A la fecha del presente artículo (agosto de 2018), no se había elaborado su reglamento y en cierta forma no se tenía evidencia de su aplicación. La ley impone una carga administrativa considerable a los ayuntamientos para:

- La elaboración de un plan de manejo integral del arbolado urbano.

- La creación del sistema municipal de arbolado urbano, que consiste en un inventario de todos los árboles localizados en espacios públicos.
- La administración del cumplimiento de la ley, que incluye realizar inspecciones, autorizar trabajos de poda y derribo; así como la creación de un padrón de dictaminadores y técnicos autorizados para prestar sus servicios en el municipio.
- La actualización del reglamento de construcción y la elaboración de un reglamento de áreas verdes en concordancia con esta ley.

La ley contempla la elaboración de un catálogo arbolado para la restitución de ejemplares en todos los espacios públicos, además establece (artículo 46) la preferencia de especies nativas o propias de la región. Insta también a que los viveros públicos y privados tengan disponibles las especies incluidas en el catálogo. Esto abre la oportunidad para cambiar paulatinamente el patrón actual de reforestación de la ciudad dominado por especies exóticas (Navarro y Moreno, 2016).

A los ciudadanos impone obligaciones tales como:

- Respetar la integridad de los árboles.
- Denunciar su poda, derribo y trasplante sin autorización.
- Mantener en buenas condiciones los árboles que se encuentran en su propiedad privada, así como no derribarlos sin autorización del municipio.
- Participar al menos en el regado de los árboles que se encuentren en la vía pública más próximos a su domicilio.

Evidentemente estas obligaciones no se discutieron ni se comunicaron a la ciudadanía durante el proceso legislativo de elaboración de la ley, por lo que se espera que su aplicación, de darse, sorprenda a muchos.

Para los desarrolladores de nuevos fraccionamientos, el artículo 47 establece que se debe tener un árbol de dos metros de altura o un año de vida por cada vivienda, plantado en las banquetas o las áreas verdes. Como ya se mencionó, las especies se eligen del catálogo de árboles. Navarro y Moreno (2016) encontraron que había en promedio 5.27 árboles por cada cien metros lineales de banqueta (58 % de las muestras tenían menos de 5 árboles). Considerando 15 casas de interés social (u ocho residenciales) por 100 metros lineales, tendríamos menos de un árbol por vivienda, por consiguiente, la observancia de esta ley aumentaría el arbolado de las nuevas urbanizaciones.

d) Marco normativo municipal

Está estipulado en el artículo 115, fracción III, inciso g de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que el municipio tiene a su cargo los parques y jardines. Toda la normatividad estatal antes descrita recae en los ayuntamientos. El papel del municipio lo subdividimos en: planeación, construcción, mantenimiento de los EVP y catálogo de especies.

Planeación

El Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo (Implan) es un organismo descentralizado del municipio que tiene como función planear, regular y gestionar el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano. El artículo 5 fracción XXVII del acuerdo de creación del Implan otorga a éste la facultad de definir la ubicación de las áreas verdes, parques urbanos y jardines públicos; así como la planeación de la reforestación de la ciudad, cuidando la proporcionalidad entre áreas verdes y las edificaciones destinadas a la habitación.

El Implan posee una junta de gobierno que lo convoca para que elabore el Plan de Desarrollo Urbano (PDU), que posteriormente deberá ser aprobado por el cabildo de la ciudad. El último PDU fue publicado en el 2014, incluyendo un plano de uso, reservas y destino de suelo. El plano contenía la ubicación de los EVP bajo la categoría de *área verde/deportiva*; también estaban presentes las *zonas de conservación*, que no eran más que cerriles rodeados o adyacentes a zonas urbanizadas.

El mapa fue digitalizado por los autores para poder contrastarse con imágenes de satélite recientes. El análisis del mapa reveló que en muchos de los polígonos dentro de esta categoría se ubican oficinas públicas, lugares cerrados o abandonados, y muchas áreas no urbanizadas.¹⁶ No están claros los mecanismos legales para asegurar que estos sitios se destinarán a EVP ni los criterios de proyección utilizados. Por lo tanto, no fue posible saber, a partir de este mapa, cuáles son los EVP que actualmente están funcionando.

Construcción

El diseño de los EVP es responsabilidad del desarrollador. De acuerdo con el artículo 52 del Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo, éste deberá de presentar a la Coordinación General de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Ecología (CIDUE) del municipio el plano detallado del diseño del paisaje de los EVP para su aprobación.

Mantenimiento e inventario de EVP

En el organigrama del gobierno municipal de Hermosillo los EVP están a cargo de la CIDUE, más específicamente en la Dirección General de Desarrollo Urbano y la Dirección de Parques y Jardines (DPJ) que posee un Departamento de Control Arbolario (DCA). El objetivo de estas áreas administrativas es brindar servicios de conservación, mantenimiento y forestación de áreas verdes públicas responsabilidad del municipio; además, están a cargo de los camellones de los bulevares, el plantado de árboles y el riego. Particularmente, el DCA adquiere y produce los árboles para reforestar los EVP del municipio. Por lo tanto, es en esta instancia

de gobierno donde se decide en parte el tipo de especies que encontramos en ellos.

En mayo de 2016, se solicitó a la DPJ el inventario de áreas verdes a su cargo. La lista dividía la ciudad en cuatro sectores y contenía el nombre del área verde, superficie y la dirección (ubicación). Adicionalmente, las clasificaba en plazas, bulevares y áreas rurales; éstas últimas, en realidad se hallaban fuera del polígono de la ciudad, por lo que se descartaron. Asimismo, los bulevares no se consideraron como EVP, dado que la mayoría carecen de infraestructura social. La información proporcionada por la DPJ (resumida en el cuadro 3), revela que la superficie de EVP correspondiente a *plazas* era de 273 hectáreas, lo que arrojaría 3.08 m. por habitante.

Cuadro 3
Áreas verdes en la ciudad de Hermosillo a cargo de la DPJ

Sector	Plazas			Bulevar			Subtotales		
	Cant.	Sup. (m ²)	Árboles	Cant.	Sup. (m ²)	Árboles	Cant.	Sup. (m ²)	Árboles
Total	669	2 730 709	27 056	130	944 847	17 458	799	3 675 556	44 514

Fuente: Elaborado con base en datos de la DPJ de Hermosillo (2015).

Cant. = cantidad. Sup.= superficie.

Catálogo de especies

Como ya se mencionó, varios artículos (96, 98 y 100) de la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano ponen énfasis en la utilización de vegetación natural, nativa o adaptada y no importada. El artículo 46 de la Ley Árbol también estipula la elaboración de un catálogo de especies.

El artículo 52 del Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo establece que se deben conservar preferentemente los árboles existentes, así como dar preferencia a especies locales y acordes al clima. Dicho artículo presenta un listado que recomienda 16 especies arbóreas exóticas como el naranjo agrio, olivo negro, grevillea, nim (*Azadirachta indica*), ceiba (*Ceiba pentandra*) y yucateco; además de once especies regionales (nativas) tales como palo verde (*Parkinsonia spp.*), palo brea (*Parkinsonia praecox*), palo fierro, mezquite, tepeguaje; y seis especies de palmas (una nativa); ocho especies de cactáceas y ocho especies de yucas o agaves. Evidentemente, la CIDUE ha permitido que se establezcan especies exóticas ¹⁷ en la vegetación asociada a los proyectos de desarrollo inmobiliario.

PARTE II: ESTUDIO DEL COMPONENTE VERDE

Sin lugar a duda, el marco regulatorio descrito en el apartado anterior ha influido en el diseño, calidad y calidad de la oferta verde de los EVP. Aunque se menciona en forma repetida que deben usarse especies locales y acordes al clima, el reglamento de construcción considera como especies *adaptadas* muchos árboles exóticos. Esta política o ausencia de ésta, quedó evidenciada en la información que se presenta a continuación.

Composición florística y abundancia de especies

Para conocer en qué medida se cumplía con el uso de vegetación natural y no *importada* en los EVP, se analizó una muestra de 112 EVP distribuidos homogéneamente en la ciudad. Se registraron 6 065 árboles pertenecientes a 66 especímenes. Alrededor del 85 % del patrón de reforestación estaba representado por 10 especies (cuadro 4). La proporción de flora de la región promedio por EVP fue de 38 por ciento (rango del 0 al 100 %), se identificaron 21 diferentes especies de las cuales 10 pertenecían a una sola familia de plantas –Fabaceae (leguminosas)– y 10, a pesar de ser autóctonas, provienen de ambientes riparios o de mayor humedad a la local, por ejemplo: uvalama (*Vitex mollis*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), amapa (*Tabebuia impetiginosa*), guasima (*Guazuma ulmifolia*) y mimbre (*Chilopsis linearis*). Las plantas nativas más importantes, ya sea por su abundancia o distribución, fueron el mezquite, palma abanico, tepeguaje y guamúchil.

Cuadro 4
Especies registradas con mayor abundancia (porcentaje del conteo total)

Nombre común	Género y especie	Origen	Abundancia (%)	Abundancia (categoría)
Olivo negro	<i>Bucida buceras</i>	India	36.47	Abundante
Mezquite	<i>Prosopis spp.</i>	Nativa	16.99	Escasa
Naranja agrio	<i>Citrus aurantium</i>	Sureste de Asia	10.76	Rara
Palma abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	5.18	
Eucalipto	<i>Eucalipto spp.</i>	Australia	4.29	Muy rara
Nim	<i>Azadirachta indica</i>	Sureste de Asia	2.91	
Pingüica	<i>Ehretia tinifolia</i>	India	2.22	
Tepeguaje	<i>Lysiloma watsonii</i>	Nativa	2.07	
Palma datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>	Golfo Pérsico	2.07	
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	América del Sur	2.01	
Total			84.97	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2017).

Un aspecto importante que vale la pena mencionar es que, aunque no se evaluó directamente el arreglo espacial de las especies en cada EVP, se pudo observar que los árboles nativos aparecían mezclados con las especies exóticas. Esto es, mezquites al lado de olivos negros, cuando las recomendaciones del paisajismo xérico son las de agrupar los árboles por necesidades hídricas.

Índice de diversidad

El patrón de reforestación estaba dominado por unas cuantas especies, 64 por ciento de los árboles correspondieron a olivo negro, mezquite o naranjo agrio. Para estimar la diversidad del paisaje se utilizó el índice de diversidad de Shannon “H” (Shannon y Weaver, 1949) que sirve para saber qué tan diversa es una muestra tomada en un área de estudio, comparada con la diversidad potencial con base en el patrón actual de especies de toda la muestra de EVP (n = 112). Este índice adopta valores de 0 y para el caso de un patrón de reforestación con una sola especie llegaría hasta 4.19 (logaritmo natural de 66 para el caso de estudio), lo que representaría un caso hipotético de máxima equitatividad donde estuvieran las 66 especies en un solo EVP. En promedio, la muestra de parques tuvo un índice de 1.04, que representa un 25 por ciento de la diversidad potencial. Es importante mencionar que 17 de las 66 especies fueron únicas, al aparecer una sola vez en un EVP.

Frecuencia de especies

La frecuencia es un indicador que mide la presencia o ausencia de una especie en un EVP. Por lo tanto, es una medida de la distribución geográfica de una especie en la ciudad. En este sentido, las especies mejor distribuidas fueron mezquite, olivo negro y palma abanico (cuadro 5).

La información obtenida de la muestra no permitió rechazar la segunda hipótesis planteada referente a que los EVP de Hermosillo poseen una composición florística dominada por especies exóticas. El índice de diversidad es bajo, lo que sugiere que el paisaje está dominado por unas cuantas especies. Estos resultados son consistentes con los encontrados por Navarro y Moreno (2016) , no obstante que estudiaron otros componentes del bosque urbano.

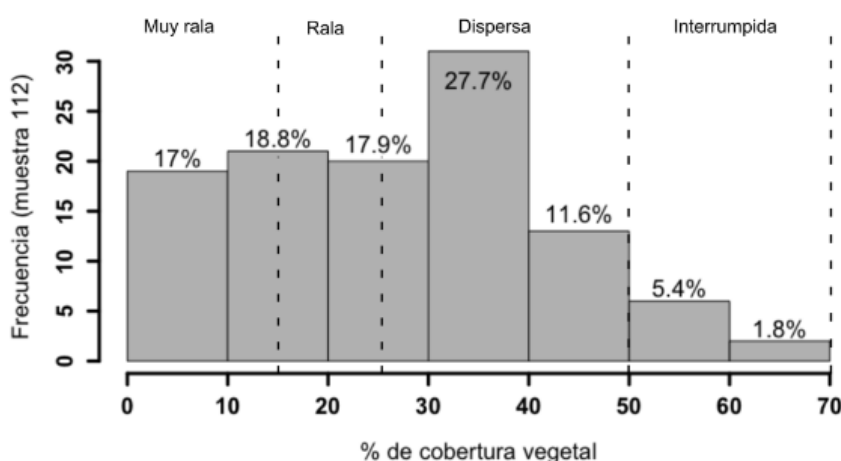
Cuadro 5
Especies registradas encontradas con mayor frecuencia en los parques

Nombre común	Género y especie	Origen	Frecuencia (%)
Mezquite	<i>Prosopis spp.</i>	Nativa	71.43
Olivo negro	<i>Bucida buceras</i>	India	69.64
Palma abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	40.18
Nim	<i>Azadirachta indica</i>	Sureste de Asia	32.14
Naranja agrio	<i>Citrus aurantium</i>	Sureste de Asia	30.36
Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	Nativa	27.68
Yucateco	<i>Ficus nitida</i>	Sur de Asia	27.68
Pingüica	<i>Ehretia tinifolia</i>	India	25.89
Árbol del fuego	<i>Delonix regia</i>	Madagascar	24.11
Benjamina	<i>Ficus benamina</i>	India	22.32

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2017).

Cobertura vegetal y densidad arbórea

El área promedio de la muestra de EVP fue de 5 850 m² (rango 145-94 708 m²), la mitad de la muestra tuvo una superficie igual o menor de 2 154 m². La CV promedio fue de 27 por ciento (rango 0-68 %, gráfica 2), es importante mencionar que tres de los EVP no contaban con cubierta vegetal. No se encontró correlación estadísticamente significativa entre las siguientes variables: porcentaje de CV, el área total del EVP y conteo total de árboles. La densidad arbórea fue de 1.15 árboles por cada 100 m² (rango del 0 a 4.4).



Gráfica 2

Distribución de la variable de porcentaje de cobertura vegetal en la muestra

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2017).

Por ejemplo, el parque con mayor conteo absoluto fue Francisco I. Madero con 1 439 árboles (1.52 individuos por 100 m²). Éste es el más antiguo de la ciudad, a la fecha del presente estudio era el único que recibía riego proveniente de agua tratada a través de una línea morada y poseía una CV de 48 por ciento. Por el contrario, 87.50 por ciento de los EVP contaban con sistema de riego que tomaba agua potable de la red pública. En ellos se encontró cajete o riego por goteo, aunque no se pudo verificar si éste funcionaba correctamente; asimismo, la presencia de este sistema de riego no se correlacionó significativamente con la densidad de árboles ni con el porcentaje de CV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo se centró en dos componentes muy importantes del bosque urbano: los parques y las plazas públicas. Estos se conceptualizaron como EVP estableciéndose tres condiciones necesarias: acceso público, CV e infraestructura de servicios o mobiliario urbano. Con el criterio de los EVP, se integró a partir de una lista proporcionada por el Ayuntamiento de Hermosillo, un sistema de información geográfica que incluía 590 plazas o parques a cargo del municipio. Como lo observó hace una década en su tesis de maestría Clemente-Marroquín (2007), no existía un censo completo que ubicara geográficamente los EVP. Además, la información obtenida del Implan contenía muchos sitios que no correspondían a EVP, por lo que la integración oficial de una base de datos sigue siendo un trabajo pendiente.

La primera hipótesis planteada en este trabajo es que no existía una política clara y definida que promoviera una gestión sostenible de EVP. El análisis documental reveló que las normas que influyen en la provisión de los EVP, en cantidad y calidad, se encuentran dispersas y fraccionadas a lo largo de diversos textos jurídico-normativos de

competencia internacional, nacional, estatal y municipal. Asimismo, existen contradicciones entre éstas y los objetivos de política pública ampliamente aceptados y preconizados por los políticos locales, como lo son la adopción de especies nativas –y aquellas con bajos requerimientos hídricos–; y el aumento de la superficie de EVP de acuerdo con estándares internacionales.

Esta política dispersa se vio reflejada en la muestra de EVP analizada. La CV fue de 27 por ciento, por lo que 73 por ciento de la superficie de éstos se compone de infraestructura gris o suelo desnudo. Más aun, 36 por ciento de los EVP analizados tenían una CV entre 0 y 20 por ciento, no se encontró correlación entre la CV, el tamaño (área) del EVP y la densidad arbórea. Aunque, derivado de la revisión de literatura no fue posible determinar un umbral mínimo de CV para un EVP, se considera que, dada la intensidad solar y altas temperaturas de la ciudad, la sombra y confort térmico proporcionado por la vegetación es un componente indispensable en estos espacios. Considerando lo anterior, así como los valores sugeridos por la Sedesol (1999), es posible concluir que los EVP analizados en la muestra tienen una CV baja, lo que crea un paisaje dominado por el suelo desnudo e infraestructura gris.

La adopción de flora local es aún muy baja, Este estudio reveló que 38 por ciento del patrón de reforestación (rango 0-100 %) correspondía a especies nativas. No se estimó la distribución horizontal de las especies nativas dentro de cada EVP, pero se pudo observar que su arreglo espacial era aleatorio y mezclado con las especies exóticas.

De este artículo se desprenden algunas recomendaciones y enseñanzas que pueden ser útiles para otros casos de estudio. Primero, se necesita ampliar la matriz del espacio público disponible para sostener el bosque urbano, ya que el reglamento de construcción actual deja EVP limitados. Segundo, el espacio físico no lo es todo, es importante revertir el patrón de reforestación actual en la relación de flora local/exótica. Tercero, el uso de especies nativas no debe de ser a costa de crear paisajes secos de colores café/gris, existen técnicas del paisajismo xérico para el diseño de espacios armoniosos y escénicamente atractivos que deberían de aplicarse a los EVP de la ciudad. Cuarto, es posible aumentar la CV y la diversidad de especies de los EVP a través de un uso más amplio e intenso de especies de flora local y otras naturalizadas resistentes al clima árido. Esto aumentaría significativamente el flujo de servicios ecosistémicos que estos espacios producen. Quinto, es necesario crear en forma multidisciplinaria (urbanistas, arquitectos del paisaje, ecólogos, forestales y encargados de formular políticas públicas, entre otros) un catálogo de especies que revalorice el paisaje del Desierto de Sonora como un modelo de bosque urbano sostenible. La Ley Árbol, cuyo reglamento no ha sido emitido y no ha permeado a los reglamentos municipales, ofrece la oportunidad de crear dicho catálogo, que no tendría efecto sino se hace obligatorio y es supervisado a nivel municipal. Y sexto, a pesar del potencial del paisajismo ecológico como medida para reducir el consumo de agua de la ciudad, esta política no está contemplada en el portafolio de medidas de ahorro de agua del organismo operador Agua de Hermosillo.

Por último, con el modelo de gestión actual de EVP que promueve paisajes tradicionales no sostenibles, resulta poco probable que se aumente la oferta de EVP en cantidad y calidad para cumplir con compromisos internacionales, como el caso de los ODS fijados para el año 2030, en materia de áreas verdes y espacios públicos.

REFERENCIAS

- Alam, H., Khattak, J. Z., Ppoyil, S. B., Kurup, S. S., & Ksiksi, T. S. (2017). Landscaping with native plants in the UAE: A review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(10), 729-741.
- Alanís-Flores, G. J. (2005). El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. *Ciencia UANL*, VIII (001), 20-32.
- Beck, T. (2013). *Principles of Ecological Landscape Design*. Washington D. C.: Island Press.
- Benavides-Meza H. M., & Fernández-Grandizo D. Y. (2012). Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec. *Madera bosques*, 18(2), 51-71.
- Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293-301.
- Chow, W. T., & Brazel, A. J. (2012). Assessing xeriscaping as a sustainable heat island mitigation approach for a desert city. *Building and Environment*, 47(1), 170-181.
- City of Phoenix. (2011). 2011 *Water Resources Plan*. City of Phoenix: Water Services Department.
- Clemente-Marroquín, B. (2007). Los parques urbanos en Hermosillo de 1997 a 2007 ¿abandono o recuperación? (tesis de maestría). El Colegio de Sonora, Hermosillo.
- State Population Council (COESPO). (2015). Indicadores de crecimiento demográfico y socioeconómico 2015. Retrieved from <http://www.coespo.sonora.gob.mx/documentos/municipio/2015Hermosillo.pdf>
- National Water Comission (Conagua). (2015a). Actualización de la disponibilidad media anual del agua en el acuífero Costa De Hermosillo (2619), Estado de Sonora. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Sugerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. *Diario Oficial de la Federación*, 20 de abril del 2015.
- National Water Comission (Conagua). (2015b). Actualización de la disponibilidad media anual del agua en el acuífero Mesa del Seri-La Victoria (2621), Estado de Sonora. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Sugerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. *Diario Oficial de la Federación*, 20 de abril del 2015.
- Consultative Technical Commission for the Determination of Pastureland Coefficients (COTECOCA). (1986). Situación actual de los recursos forrajeros renovables y su potencial forrajero: Sonora (sin publicar). Hermosillo, Sonora: Autor, Secretaría de Agricultura y Recursos, Hidráulicos.

- Davey Resource Group (DRG). (2014). *Phoenix, Arizona Project Area Community Forest Assessment*. Prepared for the City of Phoenix and New Mexico State Forestry.
- Parks and Gardens Direction (DPJ). (2015). Universo de áreas verdes 2015 por tipo y ubicación en el municipio de Hermosillo. Formato electrónico hoja de cálculo. Solicitud de información dirigida a: Enrique Duarte Ruelas, Director en Función de Parques y Jardines, H. Ayuntamiento de Hermosillo, ingresada el 31 de mayo de 2016.
- El Imparcial. (2014). Mata “pudrición texana” a yucatecos.
- Felger, R. S., Johnson, M. B., & Wilson, M. F. (2001). *The trees of Sonora, México*. England: *Oxford University Press*.
- Google Earth. (2016). Hermosillo, Sonora, México. Ventana: xMin -111.085, y Min 28.9856, xMax -110.893, y Max 29.1808 (WGS84). Imágenes de Digital Globe de fechas: 5/16/2016 y 9/23/2016. Versión 7.1.7.2602 liberada 10/17/2016. Retrieved from <https://www.google.com/earth/>
- Guhathakurta, S., & Gober, P. (2007). The Impact of the Phoenix Urban Heat Island on Residential Water Use. *Journal of the American Planning Association*, 73(3), 317-329.
- Hermosillo City Council. (2014). Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo, Modificación 2014. Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora: Tomo CXCIV Número 18 Sección II, septiembre. Hermosillo. Retrieved from <http://www.boletinoficial.sonora.gob.mx/boletin/images/boletinesPdf/2014/septiembre/2014CXCIV18II.pdf>
- Hedquist, B. C., & Brazel, A. J. (2014). Seasonal variability of temperatures and outdoor human comfort in Phoenix, Arizona, USA. *Building and Environment*, 72, 377-388.
- Henríquez-Ruiz, C. (2014). *Modelando el crecimiento de ciudades medias: Hacia un desarrollo urbano sustentable*. Chile: Ediciones UC.
- Hitchmough, J., & Dunnett, N. (2004). Introduction to naturalistic planting in urban landscapes. In N. Dunnett & J. Hitchmough (Eds.), *The Dynamic Landscape: Design, Ecology and Management of Naturalistic Urban Planting* (pp. 1-32). New York: Spon Press.
- Huizar-Contreras, H. (2012). Evaluación de los parques de Tijuana desde un enfoque de justicia ambiental (Master's thesis). El Colegio de la Frontera Norte, CICESE. Tijuana, B.C.
- Huizar-Contreras, H., & Ojeda Revah, L. (2014). Una perspectiva de justicia ambiental: Tijuana. In L. Ojeda Revah & I. Espejel (Coords.), *Cuando las áreas verdes se transforman en paisajes urbanos: La visión de Baja California* (pp. 87-120). Tijuana: El Colef.
- National Institute of Statistics and Geography (Inegi). (2010). Volumen y crecimiento. Población total según tamaño de localidad para cada entidad federativa. Retrieved from http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P
- National Institute of Statistics and Geography (Inegi). (2013a). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, serie V (capa Unión), escala: 1:250000 (2nd ed.). Aguascalientes: Autor.
- National Institute of Statistics and Geography (Inegi). (2013b). Marco Geoestadístico 2013, Versión 6.0.

- National Institute of Statistics and Geography (Inegi). (2015). Resultados definitivos de la Encuesta Intercensal 2015. Retrieved from http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_12_3.pdf
- Jáuregui-Ostos, E. (1975). Microclima del Bosque de Chapultepec. *Investigaciones geográficas*, 1(6), 63-72.
- Jiménez-Pérez, J., Cuéllar, G., & Treviño, E. (2013). *Áreas verdes del municipio de Monterrey*. Monterrey: Facultad de Ciencias Forestales de la UANL.
- Johnson, R. B. (1980). Impacts of a New Water Resources Management Plan for Tucson, Arizona. *Hydrology and Water Resources in Arizona and the Southwest*, 10, 1-10. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10150/301226>
- Kardinal-Jusuf, S., & Nuyuk-Hien, W. (2016). Valuing green spaces as a heat mitigation technique. In M. Santamouris & D. Kolokotsa (Eds.), *Urban Climate Mitigation Techniques* (pp. 41-66). London: Routledge.
- Loelkes, G. L., Howard, G. E., Schwartz, E. L., Lampert, P. D., & Miller, S. W. (1983). Land Use/Land Cover and Environmental Photointerpretation Keys. *U.S. Geological Survey Bulletin 1600*. Retrieved from <https://pubs.usgs.gov/bul/1600/report.pdf>
- McPherson, E. G., & Dougherty, E. (1989). Selecting trees for shade in the Southwest. *Journal of Arboriculture*, 15(2), 35-43.
- Mohapatra, B. (2016). *Community Management of Urban Open Spaces in Developing Economies*. Bingley, England: Emerald Group Publishing.
- Moll, G. (1989). In search of an Ecological Urban Landscape. In G. Moll & S. Ebenreck (Eds.), *Shading Our Cities: A Resource Guide for Urban and Community Forests* (pp. 13-24). Washington D.C.: Island Press.
- Navarro, L. A., & Moreno, J. L. (2016). Cambios en el paisaje arbolado en Hermosillo: escasez de agua y plantas nativas. *Región y Sociedad*, 28(67), 79-120
- Nowak, D. J., Rowntree, R. A., McPherson, E. G., Sisinni, S. M. Kerkmann, E. R., & Stevens, J. C. (1996). Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning*, 36(1), 49-57.
- Ojeda Revah, L., & Álvarez, G. (2000). La reforestación de Tijuana, Baja California como un mecanismo de reducción de riesgos naturales. *Estudios fronterizos*, 1(2), 9-31.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2017). *Environmental Performance Reviews: Korea 2017*. Paris: Author.
- Peña-Salmón, C. A., Rojas-Caldelas, R. I., Arias-Vallejo, A. M., & Íñiguez-Ayón, Y. P. (2014). La gestión de parques urbanos: Mexicali. In L. Ojeda Revah & I. Espejel (Coords.), *Cuando las áreas verdes se transforman en paisajes urbanos: La visión de Baja California* (pp. 53-86). Tijuana: El Colef.
- Rapoport, E., & López-Moreno, I. R. (1987). *Aportes a la ecología urbana de la Ciudad de México*. Mexico: Editorial Limusa.
- Raxworthy, J. (2010). Dryness: The aesthetic condition of landscape design in Australia. In O. Parodi (Ed.), *Towards Resilient Water Landscapes: Design Research Approaches from Europe and Australia. Proceedings of the International Symposium on Water Landscapes at the University of New South Wales, Sydney, October 2009* (pp. 37-48). Germany: KIT Scientific Publishing.

- Romo, Y. (2018). Sigue sequía en la presa Abelardo L. Rodríguez. *El Sol de Hermosillo*, p. 2
- Ros-Orta, S. (2013). *Planificación y gestión integral de parques y jardines. Calidad, Sostenibilidad y PRL* (2nd ed.). México: Mundi-Prensa Libros.
- Rzedowski, J. (1990). *Vegetación Potencial. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000000*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Salazar-Adams, A., & Pineda-Pablos, N. (2010). Escenarios de demanda y políticas para la administración del agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora. *Región y sociedad*, 22(47), 105-122.
- Sánchez, D. (2014). Hermosillo alcanza casi los 50 grados; rompe récord en el mundo. *Excelsior*. Retrieved from <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2014/06/03/963120>
- Schroeder, H. W., & Green, T. L. (1985). Public preference for tree density in municipal parks. *Journal of Arboriculture*, 11(9), 272-277.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). (1999). Sistema normativo de equipamiento urbano. Tomo V Recreación y deporte. Ciudad de México: Author.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. United States: University of Illinois Press.
- Smith, S. D., Monson, R. K., & Anderson, J. E. (1997). *Physiological Ecology of North American Desert Plants: with 86 figures and 21 tables*. Germany: Springer.
- Sorensen, M., Barzetti, K. K., & Williams, J. (1998). *Manejo de áreas verdes urbanas*. Washington, D.C.: División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo.
- Sovocool, K. A. (2005). *Xeriscape Conversion Study Final Report*. Estados Unidos: Southern Nevada Water Authority.
- Spinti, J. E., Hilaire, R. S., & VanLeeuwen, D. (2004). Balancing Landscape Preferences and Water Conservation in a Desert Community. *HortTechnology*, 14(1) 72-77
- Tyman, S. (2011). Xeriscape. In K. Cohen & P. Robbins (Eds.), *Green Cities: An A-to-Z Guide*. Los Ángeles: Sage Publications.
- Western Resource Advocates. (2003). Smart Water: A Comparison of Urban Water Use Efficiency Across the Southwest. Retrieved from https://www.waterboards.ca.gov/waterrights/water_issues/programs/hearings/cachuma/comments_rdeir/pacific_institute/40therreports/wra_ch3smartwater2003.pdf
- Yetman, D. (2003). *The Guarijios of the Sierra Madre: Hidden People of Northwestern Mexico*. Albuquerque: University of New Mexico Press.

Notas

- 4 Cobertura vegetal, densidad arbórea y poca diversidad de especies.
- 5 Xeriscape es un término en inglés formado de dos vocablos “xeric” o seco y “scape” o paisaje. Es traducido en este artículo como “paisajismo xérico”.
- 6 Entrevista semiestructurada con la Asistente Especializada de la Gerencia Técnica de Agua de Hermosillo (16 de agosto de 2018).

- 7 Entrevista semiestructurada con el Gerente de Uso de Aguas Tratadas de Agua de Hermosillo (9 de agosto de 2018).
- 8 No confundir la CV del bosque urbano con la de los EVP, se esperaría que éstos últimos tuvieran una mayor CV que el bosque urbano.
- 9 Un estudio elaborado para la ciudad de Phoenix, Arizona (Davey Resource Group, 2014) estimó que la ciudad tenía 3 166 000 árboles, para un área de 99 585.043 hectáreas con un 9 por ciento de CV. Haciendo los cálculos con base en un dosel circular, se tiene un radio de tres metros. Siguiendo el mismo procedimiento con los datos generados en este estudio, se obtuvo el mismo valor de tres metros.
- 10 Entrevista semiestructurada con la Asistente Especializada de la Gerencia Técnica de Agua de Hermosillo (16 de agosto de 2018).
- 11 Este porcentaje equivale a 363.4 m³ anuales de agua. En Hermosillo, el rango de consumo doméstico mensual de agua más común es de 16 a 30 m³ mensuales.
- 12 El trabajo de foto interpretación se llevó a cabo de junio a diciembre de 2016. De acuerdo con Google Earth, las imágenes disponibles tenían fecha de mayo, septiembre y noviembre de 2016.
- 13 Miguel Cruz Ayala, Simposio Paisajismo en el Desierto, organizado por la empresa Árbol 2000, el 22 de noviembre de 2014 en Hermosillo, Sonora.
- 14 Analizando los informes de gobierno municipal de la ciudad de Hermosillo de 2003 al 2011, se informa haber plantado un total de 353 888 árboles de diversas especies.
- 15 Por ejemplo, Peña-Salmón, Rojas-Caldelas, Arias-Vallejo e Íñiguez-Ayón (2014) mencionan que, en el caso de la ciudad de Mexicali, Baja California, se exigía como mínimo donar el 3 % del área vendible de los fraccionamientos habitacionales. No se consideró la densidad poblacional, lo cual crea una distribución desigual de estos espacios en la ciudad.
- 16 Estos sitios clasificados como EVP se pueden visualizar en Google Earth en las siguientes coordenadas geográficas: Comisión Nacional Forestal (-110.924211, 29.076010), parque La Saucedá (-110.928147, 29.071637) y el antiguo relleno sanitario (-110.992079, 29.154573). Los sitios se visitaron (marzo 2018) para verificar su uso de suelo.
- 17 Huizar-Contreras y Ojeda (2014, p. 117) mencionan que “aunque, actualmente, el reglamento de forestación para el municipio de Tijuana, promueve preferentemente el cultivo de plantas nativas, al parecer esto no ha sido impulsado como programa de gobierno que apoye a viveristas y jardineros locales para que las propaguen”.