

EL COLEGIO DE SONORA

MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

Gestión de Espacios Verdes Públicos: El Caso de la Ciudad de
Hermosillo.

Tesina que para obtener el grado de Maestra en Ciencias en Gestión Integral
del Agua presenta la alumna

María Magdalena Bernal Grijalva

Director de Tesis

Dr. Luis Alan Navarro Navarro

Lectores

Dr. José Luis Moreno Vázquez

M.C. José María Martínez Rodríguez

Hermosillo, Sonora.

Diciembre del 2017

Resumen

La ciudad de Hermosillo se localiza en el Noroeste de México, dentro de la bioregión conocida como el Desierto de Sonora. Se caracteriza por su clima árido, temperaturas extremas y escasez de agua. Principalmente, como un medio para mitigar el calor, la disponibilidad de espacios verdes es un asunto que permanece constantemente en la agenda pública. Sin embargo, la gestión de estos espacios ha sido desordenada, mal distribuida y escasa en cantidad. Este estudio tuvo como objetivo: 1) identificar y localizar geográficamente los espacios verdes públicos (EVP) a cargo del municipio; y 2) evaluar el estado general de estos espacios sociales, la relación entre infraestructura gris y cobertura vegetal, la densidad de árboles y el patrón de especies. Se identificaron geográficamente 590 parques de un universo de 669 a cargo del municipio. Se tomó una muestra de 112 parques distribuidos homogéneamente en la ciudad. El área promedio fue de 5,939 m² (rango 72-94,708). Se estimó una cobertura arbórea promedio de 27.13% (rango 0-68), este valor se correlacionó significativamente con el valor promedio del índice de verde. Los EVP tuvieron una densidad de arbolado de 1.18 árboles por 100 m² (rango 0-6.9). Se registraron un total de 6,079 árboles distribuidos en 70 especies. Las tres especies más abundantes fueron: olivo negro con 2,217 individuos (36.5% del conteo total), mezquite con 1,033 (17%) y naranjo agrio con 654 (10.7%). Por otra parte, las tres especies más frecuentes fueron: olivo negro (96.5%), mezquite (71.5%) y palma abanico (40%). La proporción de especies nativas promedio por parque fue de 38.03% (rango 0 al 100%).

Agradecimientos

Agradezco a El Colegio de Sonora y su cuerpo académico por brindarnos las herramientas adecuadas para poder desarrollar nuestros proyectos, en especial al Dr. Nicolás Pineda Pablos por la gestión del apoyo proporcionado para este proyecto por el Instituto Interamericano para el Cambio Climático (IAI) CRN3056, financiado a través del US National Science Foundation (Grant Geo-1128040) dentro del proyecto “Diálogos entre las Innovaciones Científicas y las Políticas Públicas por la Seguridad Hídrica en las Regiones áridas de las Américas”.

A mis familiares y amigos que estuvieron presentes desde el comienzo hasta la culminación de este proyecto que duró dos años.

A Constanza Ocaña, Cesar Barraza, Yolanda Jacobo y Rogelio Molina, estudiantes del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, que, como prestadores de servicio social, ayudaron en la conceptualización, localización y foto-interpretación de los espacios verdes públicos de la ciudad de Hermosillo. Agradezco especialmente al Ing. Raúl Rogelio Bernal Liñán por su valiosa ayuda en la identificación y censo de las especies arbóreas.

A mis lectores Dr. José Luis Moreno Vázquez y la M.C José María Martínez Rodríguez, agradezco que hayan dedicado uno momento de su valioso tiempo para ayudarme a retroalimentar y sacar adelante este proyecto.

Pero, sobre todo, agradezco a mi director de tesina Dr. Luis Alan Navarro Navarro por ayudarme a crecer, por su presencia, paciencia incondicional y constante seguimiento durante el desarrollo del presente trabajo.

Dedicatoria

Con mucho cariño dedico esta tesina a mi familia, pues los considero lo más importante de mi vida, pero sobre todo a mi papá Raúl Rogelio Bernal Liñán, ya que a él debo lo poco o mucho que sé acerca de las especies arbóreas. Le doy gracias por su apoyo incondicional para realizar este proyecto, por interrumpir sus días de descanso y acompañarme cada domingo a realizar censos, por enseñarme a identificar especies y transmitirme sus conocimientos.

A esas personas importantes, les doy las gracias por su apoyo incondicional, pero sobre todo le agradezco que me hayan acompañado en esta fase de mi vida.

Índice general

Capítulo 1. Introducción.....	11
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Hipótesis	13
Capítulo 2. Caso de estudio: la ciudad de Hermosillo.....	15
Capítulo 3. Marco conceptual: Espacios Verdes Públicos	19
3.1 Espacios Verdes Públicos (EVP).....	19
3.2 Primera condición necesaria: lo público.....	22
3.3 Segunda y tercera condiciones necesarias: infraestructura y cobertura verde.....	23
3.4 EVP: Funciones	25
3.5 Función social.....	26
3.6 Ecosistemas urbanos.....	27
Capítulo 4. Bosque urbano de Hermosillo, estudios previos.....	29
Capítulo 5. Política de reforestación.....	36
5.1 Los EVP en la agenda pública	36
5.2 Recomendaciones internacionales	37
5.3 Marco normativo federal	38
5.4 Marco normativo estatal	40
5.4.1 Ley árbol.....	41
5.5 Marco normativo municipal	43
5.5.1 Planeación.....	43
5.5.2 Construcción.....	44

5.5.3 Mantenimiento.....	44
5.6 Xeriscape: paisajismo xérico y catálogo de especies	45
5.6.1 Catálogo de especies.....	47
Capítulo 6. Metodología	49
6.1 Marco de muestreo	49
6.2 Determinación de la cobertura verde.....	49
6.3 Inventario de especies arbóreas	51
6.4 Procesamiento de datos y análisis estadístico.....	51
6.5 Estado del parque.....	53
Capítulo 7. Análisis y resultados	54
7.1 Identificación de los EVP a cargo del municipio	54
7.2 Componente verde.....	54
7.1.1 Abundancia relativa por especie.....	55
7.1.2 Cobertura vegetal.....	56
7.1.3 Frecuencia.....	59
7.1.4 Densidad arbórea	60
7.1.5 Índice de diversidad de Shannon.....	61
7.2 Componente Social.....	62
7.2.1 Actividades indeseables.....	62
7.2.2 Aspectos deseables	63
7.2.3 Infraestructura de servicios.....	64
7.2.4 Infraestructura deportiva.....	64
7.2.5 Sistema de riego (SR) y otros usos	64
7.3 Heterogeneidad de los EVP	65

Capítulo 8. Conclusiones y recomendaciones	68
Bibliografía.....	72
Anexo 1. Programa de restricción de agua “tandeos” anunciados por Agua de Hermosillo (Agua de Hermosillo, enero del 2010)	76
Anexo 2. Listado de especies de árboles y cactus presentes en el matorral arbosufrutescente (COTECOCA 1986).....	77
Anexo 3. Especies recomendadas Reglamento de Construcción de Hermosillo.	78
Anexo 4. Número de identificación, nombre, porcentaje de cobertura verde (CV) y área total del parque.	80
Anexo 5. Metodología para la obtención de la cobertura vegetal de los EVP.	84
Anexo 6. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada de Hermosillo.	87
Anexo 7. Listado florístico: especies encontradas en los 112 parques de la muestra.	88
Anexo 8. Reporte fotográfico (fotografías tomadas por Magdalena Bernal 2017).	90

Índice de tablas

Tabla 1. Cobertura arbórea promedio por tipo de uso de suelo para ciudades en Estados Unidos por tipo de vegetación natural potencial (VNP).....	25
Tabla 2. Presencia de especies arbóreas en Hermosillo (1992).....	30
Tabla 3. Especies que aparecen con mayor abundancia en las banquetas de Hermosillo	33
Tabla 4. Especies que aparecen con mayor abundancia en jardines frontales de Hermosillo	33
Tabla 5. Leyes, reglamentos y normas que regulan los EVP	37
Tabla 6. Áreas verdes en la ciudad de Hermosillo a cargo de la DPJ (2015).....	45
Tabla 7. Especies registradas con mayor abundancia en los EVP de Hermosillo.....	55
Tabla 8. Especies registradas con mayor frecuencia en la muestra de EVP	60
Tabla 9. Densidad (árboles por 100 m2) en los EVP de Hermosillo.....	60
Tabla 10. Parques con mayor diversidad de especies.....	61
Tabla 11. Aspectos Indeseables (AI).....	62
Tabla 12. Aspectos Deseables (AD).....	63
Tabla 13. Infraestructura de Servicios (IS).....	64
Tabla 14. Relación entre la presencia de alumbrado público y depósitos de basura.....	66
Tabla 15. Relación entre la presencia de bancas y depósitos de basura	66

Índice de figuras

Figura 1. Localización del sitio de estudio	15
Figura 2. Almacenamiento en el sistema de presas Abelardo L. Rodríguez y El Molinito .	17
Figura 3. Patrulla del agua.....	18
Figura 4. Tipología de las áreas verdes	20
Figura 5. Maqueta de un parque	26
Figura 6. Localización geográfica de los EVP identificados de Hermosillo.....	50
Figura 7. Relación entre el porcentaje de cobertura vegetal y el índice de verde promedio	56
Figura 8. EVP muestreados en función de la cobertura vegetal (muestra 112).....	57
Figura 9. Distribución geográfica de EVP con cobertura vegetal superior al 40%.....	58
Figura 10. Comparativa de coberturas vegetal de distintos EVP de Hermosillo	59
Figura 11. Matriz de correlación (Pearson) de los diversos componentes observados los EVP	65
Figura 12. Matriz de correlación (Pearson) entre variables del componente verde, área y aspectos deseables de los EVP	67

Abreviaturas y acrónimos

CIDUE	Coordinación de Infraestructura Desarrollo Urbano y Ecología
CMMAD	Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo
COESPO	Consejo Estatal Poblacional
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CU	Centro Urbano
DCA	Departamento de Control Arbolario
DPJ	Dirección General de Desarrollo Urbano, Dirección de Parques y Jardines
EPA	Espacios Públicos Abiertos
EVP	Espacios Verde Públicos
IMPLAN	Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo
INAFED	Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OOA	Organismo Operador de Agua
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIDUR	Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano

Capítulo 1. Introducción

La Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) estimó en 1988 que a inicios del siglo XXI la mitad de la población viviría en centros urbanos. Tomando en cuenta lo anterior, esto representa un problema de gran magnitud, especialmente para ciudades que se encuentran en vías de desarrollo, pues son éstas quienes tienen problemas ligados a desarrollo urbano y crecimiento no planificado (Flores y González 2007).

Según datos del Banco Mundial, en América Latina y el Caribe, el porcentaje de la población urbana en 1960 era de 49% y pasó a ser del 80% para el año 2015. En México en 1950, ésta representaba poco más del 43% y pasó al 78% para el año 2010. En Sonora, según INEGI (2010) tan solo el 14% de la población vivía en localidades rurales. Lo anterior, conlleva diversos problemas ambientales y sociales, tales como la carencia de espacios verdes, pandillerismo e incluso problemas ligados a la salud pública como obesidad y drogadicción. A su vez, el crecimiento urbano en los países en vías de desarrollo restringe diversos servicios públicos, tales como la salud, educación, seguridad pública, servicios urbanos, entre otros. Esto, limita la calidad de vida de sus habitantes. Conforme más personas se concentran en ambientes urbanos, crece la necesidad de proveer Espacios Verdes Públicos (EVP).

Los seres humanos tienden a volverse cada vez es más urbanos (Bolund y Hunhammar 1999), pero al mismo tiempo, siguen dependiendo de los servicios ambientales que provee la naturaleza urbana. Es por esto que los EVP se deberían planear para distribuirse de manera equitativa entre los diferentes estratos sociales; también es deseable que la sociedad participe de manera activa en el diseño y cuidado de éstos.

El presente trabajo analizó el caso de la ciudad de Hermosillo localizada en el Noroeste árido de México, en la bioregión del Desierto de Sonora. El periodo de estudio abarcó del año 2016 al 2017.

Los EVP son un componente del bosque urbano, éstos se evaluaron como una combinación de infraestructura verde y gris, lo cual provee la funcionalidad social del espacio. Se siguió un enfoque multidisciplinario desde la perspectiva de la dasonomía urbana y el análisis de política pública, utilizando herramientas de revisión documental, análisis estadístico y la construcción de sistemas de información geográfica. Del recorte analítico de la dasonomía urbana, se rescató el modelo de establecer un patrón de reforestación sustentable con especies adaptadas al medio urbano árido. De aquí, se propuso lo que se conoce como paisajismo xérico¹ como una opción sustentable de reforestación.

Objetivo general

Conocer el estado en el que se encuentran los EVP de Hermosillo, en su componente verde: patrón de reforestación, adopción de especies nativas y cobertura vegetal; y su componente gris: su nivel de equipamiento y funcionalidad social.

Objetivos específicos

- 1) Identificar y localizar mediante un sistema de información geográfica los EVP a cargo del municipio.
- 2) Evaluar el estado general de los EVP, la relación de cobertura verde e infraestructura gris, densidad arbórea y el patrón de reforestación.

¹ Xeriscape es un término en idioma Inglés, está formado de dos vocablos “xeric” o seco y “scape” o paisaje. Traducido en este artículo como “paisajismo xérico”. Consiste en el diseño de jardines o áreas verdes urbanas que requieren poca o nada suplementación de agua (riego) más allá de aquella recibida por la lluvia (Tyman 2011).

3) Análisis de variables sociales y de infraestructura para determinar el estado en el que se encuentran los EVP.

Hipótesis

El estudio siguió cuatro hipótesis:

- 1) Los EVP de Hermosillo poseen una composición florística dominada por especies exóticas.
- 2) Los EPV poseen una baja cobertura vegetal, hormigón (infraestructura) o áreas desnudas (suelo) dominan el paisaje de la mayoría de los EVP.
- 3) Existe heterogeneidad en el mantenimiento, infraestructura y funcionalidad de los EVP.
- 4) No existe una política pública clara y definida en materia de reforestación de los EVP.

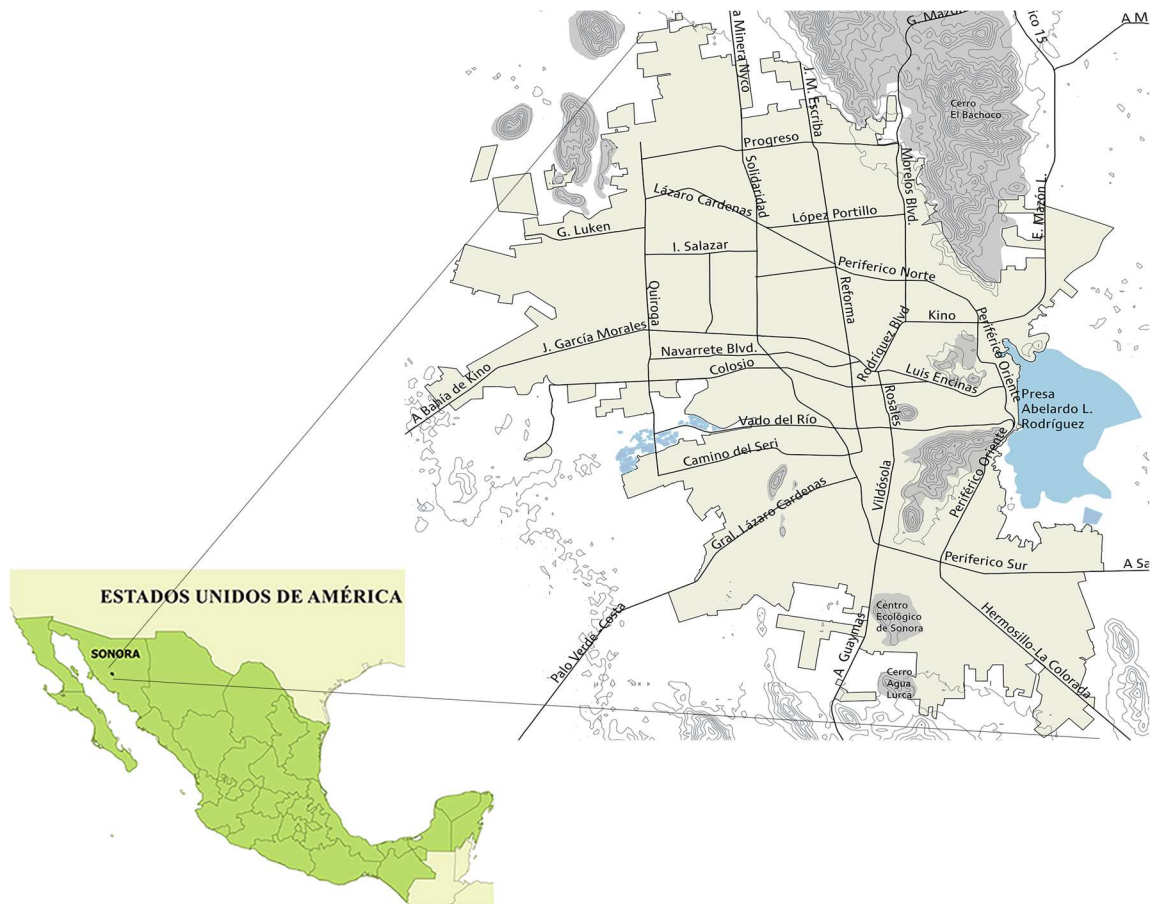
El resto de la tesina se estructura de la siguiente forma: el capítulo 2 muestra la localización del caso de estudio. Se exhibe información acerca de la problemática que ha sufrido la ciudad de Hermosillo en relación al tema del desabasto del agua. El siguiente capítulo tiene como objetivo conceptualizar los EVP con base en su nivel de accesibilidad al público, su funcionalidad social, ecológica y, por último, la relación entre infraestructura verde y gris. El capítulo 4 hace una revisión bibliográfica de los estudios relacionados con los temas de reforestación, áreas verdes y parques urbanos específicos para la ciudad de Hermosillo. En el capítulo 5 se describen y analizan las leyes y reglamentos vigentes que regulan el establecimiento de EVP en el área de estudio. El capítulo 6 describe con detalle las herramientas metodológicas utilizadas para lograr los objetivos planteados en esta investigación. El capítulo 7 muestra el análisis y los resultados obtenidos, haciendo una comparación con trabajos previos, a la vez que se responden las hipótesis planteadas. Por

último, el capítulo 8 resume las conclusiones y recomendaciones que se derivan del presente trabajo.

Capítulo 2. Caso de estudio: la ciudad de Hermosillo

Hermosillo es la ciudad capital del Estado de Sonora y está ubicada al oeste del estado de Sonora, localizada en los 29° 04' 30.24" de latitud norte y 110° 57' 32.17" de longitud oeste (véase Figura 1). 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 del 2.7% (COESPO 2015) y un crecimiento nacional del 1.4% (INEGI 2015). Por otra parte, el desarrollo habitacional de la ciudad se ha caracterizado por ser disperso y de tipo horizontal.

Figura 1. Localización del sitio de estudio



Fuente: elaboración propia, con datos de INEGI 2013 y CONABIO 2008.

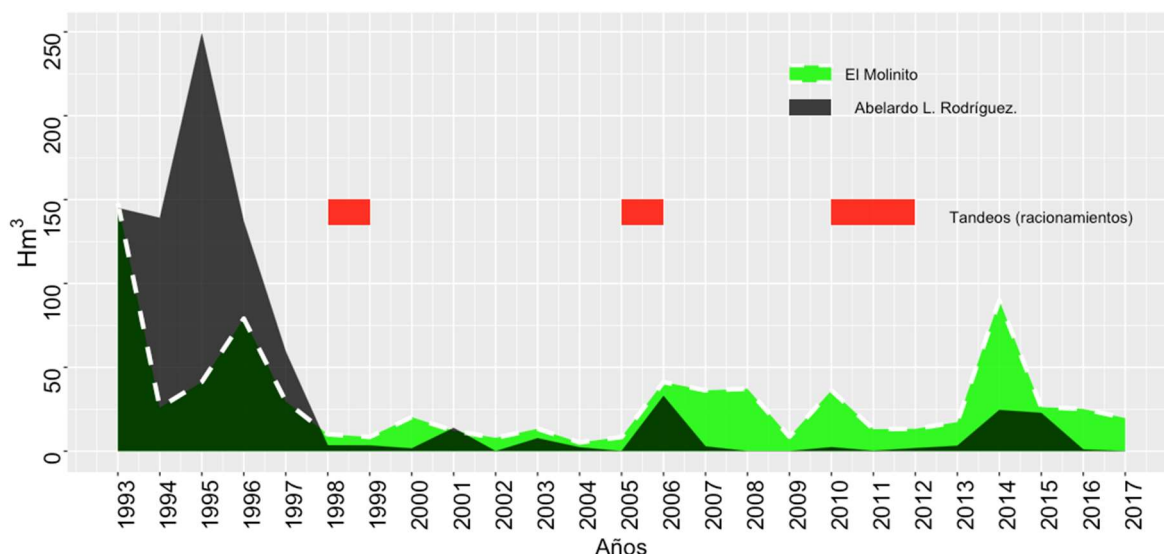
En el municipio existen dos regiones climáticas predominantes (INAFED 2014): la primera corresponde a la región costera la cual presentan un clima muy seco, semi-cálido con temperaturas de cero grados en los meses de enero y febrero e inviernos frescos y temperaturas de 48°C en los meses de julio y agosto. La segunda región está conformada por el resto del municipio, con un clima muy seco con temperaturas promedio, según CONAGUA (2017), de 16.9°C a 18.4°C los meses de enero y febrero, con extremas de 31° a 47° centígrados en los meses de julio y agosto.

El régimen de lluvias en la región costera se presenta en los meses de junio a septiembre con una precipitación acumulada de 75 a 200 milímetros (INAFED 2014). Las lluvias en el resto del municipio se presentan en verano con una precipitación acumulada de entre 300-400 milímetros (CONAGUA 2017).

Aunque al momento del estudio la ciudad de Hermosillo contaba con un flujo constante de agua, no siempre ha sido de esta forma, Haro-Velarde y colaboradores (2016) relatan cómo ante las restricciones constantes en el acceso al agua, la ciudad ha recurrido a racionamientos (“tandeos”) en tres ocasiones: 1998-1999, en 2005-2006 y en 2010-2012 (ver Anexo 1). Desde el año 1998, la ciudad empezó a tener dificultades en el abasto de agua potable, esto debido a los bajos niveles de almacenamiento en el sistema de presas Abelardo L. Rodríguez –Rodolfo Félix Valdez (“El Molinito”) (véase Figura 2), que proveen agua para potabilización y recargan los mantos freáticos aledaños. El suministro de la ciudad no está asegurado ya que: a) el 82% de suministro total de agua de la ciudad provino de fuentes subterráneas el año 2012 (Haro-Velarde et al. 2016), además los pozos se ubican sobre acuíferos sobre

explotados;²b) los escurrimientos promedio que genera la cuenca son igual a la cantidad de agua que demanda la ciudad;³ c) actualmente depende de importar agua la cuenca del Río Yaqui y el trasvase de agua está sustentado en un débil acuerdo institucional;⁴ y por último, d) existen deficiencias internas en la operación del organismo municipal de agua potable (Salazar-Adams y Pineda-Pablos 2010).

Figura 2. Almacenamiento en el sistema de presas Abelardo L. Rodríguez y El Molinito



Fuente: Elaborado por Luis Alan Navarro Navarro con datos de la CONAGUA de diversos años.

Ante la problemática constante del desabasto de agua en la ciudad, el Organismo Operador de Agua (OOA) de Hermosillo implementó un programa llamado “patrullas del agua” (véase

² El acuífero Mesa del Seri-La Victoria tenía un déficit de 45.5 Mm³ (Conagua 2015b); el acuífero Costa de Hermosillo tenía un déficit de 97.63 Mm³ (Conagua 2015a).

³ El volumen medio anual escurrido es de 98.7 Mm³, con un máximo de 270.6 Mm³ y un mínimo de 16.6 Mm³. El coeficiente de variación es de 0.57. El volumen medio anual escurrido equivalió al agua consumida por la ciudad el año 2009 (Pineda-Pablos et al. 2012).

⁴ Del 25 al 30% del agua que consume la ciudad proviene de esta fuente. El 7 de agosto del 2013 la Suprema Corte de Justicia de la Nación dejó sin efecto el resolutivo en materia de impacto ambiental por no haber realizado consulta pública, ordena a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales que lo vuelva elaborar, realice la consulta y obtenga consentimiento de la Tribu Yaqui, el funcionamiento se podría suspender si se comprobara que la cuenca está siendo afectada. Adicionalmente, no está claro si la Comisión Estatal del Agua posee los derechos de extracción de agua que respalde el flujo actual.

Figura 3)⁵, para realizar rondines por las colonias, emitiendo sanciones a quienes se encuentren desperdiciando agua en actividades tales como: lavando carros y banquetas con manguera e incluso regando el jardín a deshoras, ya que el OOA establece que el horario para regar los jardines es de siete de la tarde a siete de la mañana.

Figura 3. Patrulla del agua



Fuente: fotografía tomada del portal Canal Sonora (2016).

A pesar del clima árido y la baja disponibilidad hídrica para suministrar la creciente demanda de la ciudad, el paisaje urbano arbolado está dominado por especies exóticas importadas de climas tropicales (Navarro y Moreno 2016). Estas especies evolucionaron para desarrollarse en climas húmedos, por lo que requieren de más agua para su mantenimiento. Aun cuando en muchos países se busca reglamentar la construcción de los espacios verdes como una medida de ahorro de agua, en Hermosillo rara vez se discute la importancia del agua destinada a regar la vegetación urbana.

⁵ El Imparcial, 12 de marzo del 2008, Tiene patrulla de Agua de Hermosillo.

Capítulo 3. Marco conceptual: Espacios Verdes Públicos

3.1 Espacios Verdes Públicos (EVP)

El objetivo de esta sección es construir una definición de EVP. ¿Cuándo sabemos que estamos en un EVP? Pareciera que no existe un conjunto de condiciones necesarias y suficientes que configuren el concepto; sin embargo, en este documento se establecen tres condiciones necesarias: a) acceso público; b) cobertura verde; y c) infraestructura urbana. Por ejemplo, un lote baldío puede estar accesible a todos, poseer vegetación natural, pero evidentemente que no sería muy apropiado para el desarrollo de funciones sociales, incluso pudiera generar una externalidad social negativa.

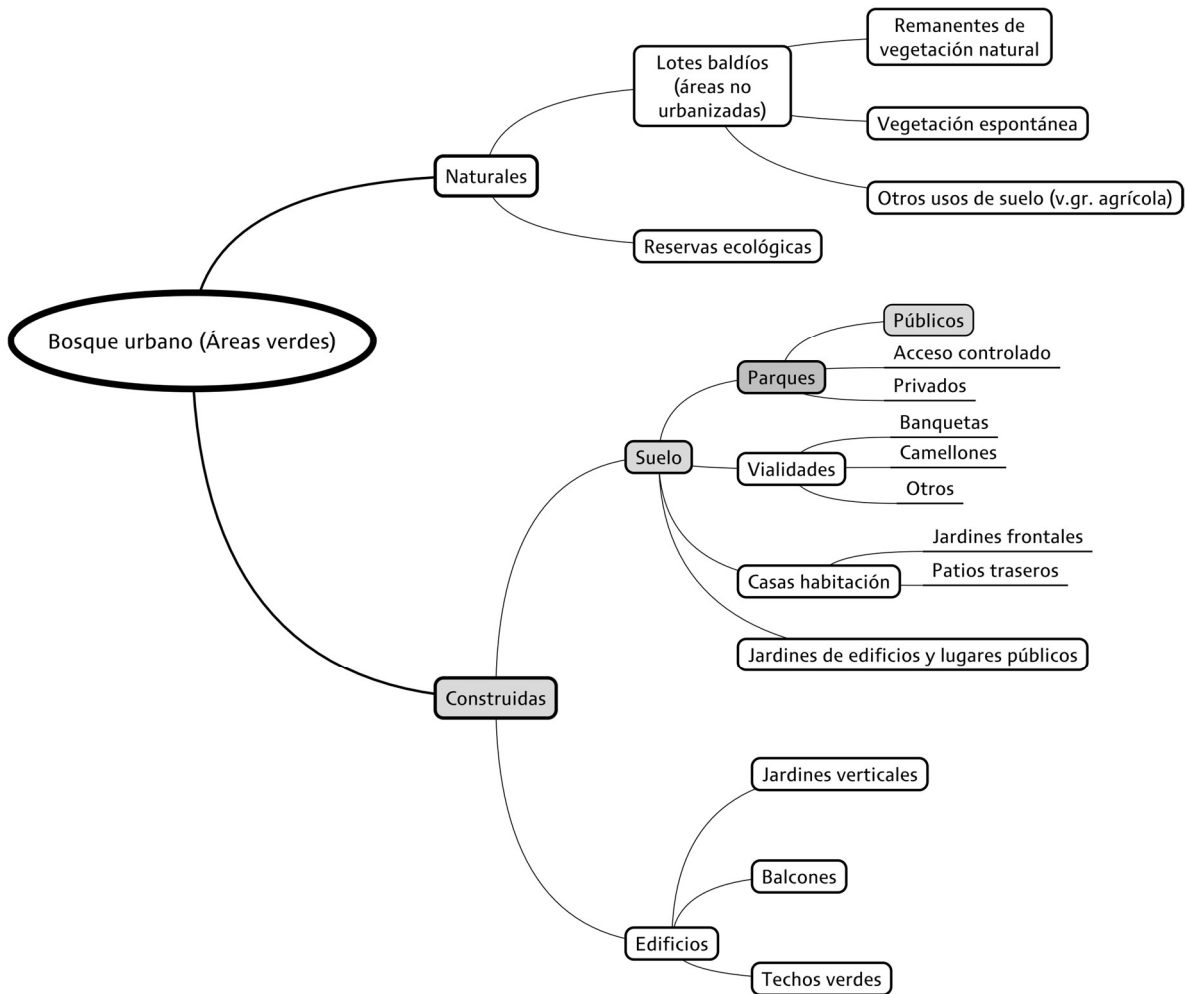
Un espacio público de expresión social, de recreación y de ocio, según Robles (2009) son los espacios que se encuentran en un proceso transformación pues se ven afectados por factores como legislaciones, influencias políticas internacionales, políticas públicas, participación social, pero también se ven involucrados los nuevos hábitos sociales e incluso los nuevos estilos de vida.

Según la percepción contemporánea sobre el espacio público podemos inferir que es un concepto político, pero a la vez es una concepción urbanística (Aramburu 2008). Se considera espacio público todo aquello compuesto por las plazas, parques y calles de una ciudad, todo lo que no se encuentra clasificado como propiedad privada.

El concepto de bosque urbano se compone de los árboles, arbustos y vegetación herbácea asociada a éstos, que se encuentran dentro de los límites de una ciudad, éste también incluye el arbolado de alineación en banquetas de calles, avenidas y camellones; en general, es toda formación vegetal dentro de una ciudad (Benavides-Meza y Fernández-Grandizo 2012). En la Figura 4 se muestra un esquema de clasificación de las áreas verdes o bosque urbano.

Por ejemplo aplicando esta tipología al caso de estudio, los jardines verticales o colgantes y los techos verdes no son muy populares en Hermosillo; quizás la baja humedad relativa que prevalece en el ambiente la mayor parte del año, hace que éstos sean poco factibles.

Figura 4. Tipología de las áreas verdes



Fuente: adaptado de Kardinal-Jusuf y Nuyuk-Hien, 2016.

Existen, adyacentes a la mancha urbana, zonas de protección o reservas ecológicas que no han sido aprovechadas como tales o han sido amenazadas por el desarrollo urbano de la ciudad. Por ejemplo, el área natural protegida, bajo la categoría de zona sujeta a conservación ecológica, para el sistema de presas Abelardo L. Rodríguez-El Molinito (declarada como tal

en 1994), destinada a conservar las zonas aledañas al vaso de la presa y el corredor ripario entre estas. Agua Lurca-Centro Ecológico de Sonora (1988) es otra área protegida localizada al sur de la ciudad que ha sido amenazada por el crecimiento de la ciudad.

Continuando con la Figura 4, ésta incluye dos aspectos importantes: el grado de acceso público y la funcionalidad social. Por ejemplo, en el 2016 se tenían al menos 89 cerradas autorizadas en la ciudad de Hermosillo, estos desarrollos residenciales tienen un acceso controlado, por lo que los EVP dentro de éstos no son accesibles al público. Por otra parte, está la funcionalidad, el jardín de una oficina de gobierno puede ser abierto y público, pero no estar diseñado para otros fines más que el ornamental. En las siguientes secciones se discute a mayor profundidad cada una de las tres dimensiones que componen un EVP.

Los EVP de las ciudades y especialmente los parques urbanos representan sistemas ambientales que cumplen con un doble rol, social y ecológico, en donde es posible evaluar las condiciones de sustentabilidad ambiental urbana (García y Guerrero 2006), además de conformar espacios públicos cuyo elemento principal es la vegetación. Son éstos quienes deben proporcionar belleza aunado a un ambiente de relajación. Constituyen uno de los principales ejes de la vida social (Tella y Potecko 2009) y son considerados como lugares de encuentro, de integración y de intercambio, pues promueven la diversidad cultural y generacional de una sociedad. Los EVP se encuentran conformados de infraestructura verde y gris, siendo por lo general los ayuntamientos quienes deciden el tipo de infraestructura que se colocará en ellos, tienen el poder de transformar una zona vacía en un lugar extraordinario, donde la combinación de infraestructura puede crear una sensación de paz y tranquilidad. Según Schipperijn (2010), los EVP son los espacios de propiedad y acceso público que son provistos por el gobierno, los cuales se caracterizan por ser áreas con un alto grado de cobertura vegetal, éstas no necesariamente pueden estar diseñadas o planificadas por tener

un carácter natural, en general, los espacios deberían estar destinados al reposo y esparcimiento.

Un EVP integral, debería proporcionar a la población múltiples beneficios tanto para el medio ambiente urbano como para la población (Reyes 2011), tales como la captura de carbono, protección de biodiversidad, mejora de la calidad de aire, control de temperatura urbana, calidad de vida a la población, integración, social y actividad física para los usuarios. La necesidad de los EVP utilizados espacialmente con fines recreativos es una de las funciones indispensables de todo núcleo urbano (Gómez 2005). Éstos se encuentran estrechamente ligados a la ciudad en sí y con quienes lo habitan, pues se encuentran influenciados por generaciones de personas que crecieron cercanos a un parque. Ellas querrán que sus hijos crezcan cerca de éstos, o quizá en el mismo en el que ellos crecieron, corrieron y jugaron, ya que estos espacios crean un espacio de cohesión social y de bienestar.

Respecto a la infraestructura urbana, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), en el Manual de Sistema Normativo de Equipamiento Urbano en su tomo V Recreación y Deporte, contempla el subsistema de recreación entre los que se encuentran las plazas cívicas, jardines vecinales, juegos infantiles y parques de barrio. En cada uno se encuentran detallados los elementos que deberían tener, como las dimensiones del terreno y la dotación por habitante, áreas verdes, andadores, áreas de descanso, juegos, kioscos, sanitarios, instalaciones de tipo cultural, entre otros, no obstante, no se especifica la cantidad de algunos elementos descritos anteriormente.

3.2 Primera condición necesaria: lo público

El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define “público” como algo que es accesible a todos; también define “dominio público” como los bienes destinados al uso

público, como las plazas, los caminos o los litorales. Por otra parte, por espacio se entiende las dimensiones físicas de un lugar en particular. Este lugar puede ser construido o hecho por el hombre, o tratarse de un lugar natural o agreste. También otros autores (Carmona et al. 2008) hacen referencia a si el lugar es cerrado o interno, como es el caso de auditorios, edificios, estadios, etc., o externo, como las explanadas, estacionamientos, plazas, etc.

Para Carmona et al. (2008) un espacio público, definido ampliamente, se refiere a las partes o componentes de un espacio construido o natural, de propiedad privada o en manos del gobierno, interno (cerrado) o abierto (exteriores), urbano o rural, donde las personas tienen libre, aunque restringido (reglamentado), acceso. Esta definición trata de dejar claro que los espacios públicos pueden ser de distinto orden, no necesariamente propiedad del gobierno, ya que el propietario, sea quien sea, siempre tendrá el derecho de reglamentar, limitar o excluir completamente al público del acceso a dicho espacio.

Como un bien público habría que considerar algunas implicaciones que conducen a que sean, en la mayoría de los casos, los gobiernos locales los proveedores de los EVP. Primero, *per se* poseen un costo de oportunidad, esto es, el terreno o suelo puede alquilarse o venderse para otros usos. Segundo, particularmente los EVP requieren de una inversión fija y costos de mantenimiento.

Por último, como espacios abiertos y de libre acceso, están sujetos a ser presa del mal uso. Los EVP son comúnmente degradados por su uso colectivo, en donde, nadie tiene incentivos para invertir en su mantenimiento en forma individual.

3.3 Segunda y tercera condiciones necesarias: infraestructura y cobertura verde

El término de área verde como tal es una metáfora que hace referencia al color de la vegetación fotosintéticamente activa, sean árboles, arbustos, hierbas o pastos. Las áreas

verdes pueden ser espacios privados o públicos dedicados al esparcimiento y recreo; éstas contienen construcciones, edificaciones e infraestructura diversa, denominada “infraestructura gris”.

La cobertura vegetal se define como el porcentaje del suelo cubierto por material vegetal. En el caso de árboles y arbustos se puede medir la cobertura del dosel proyectada en el suelo (Bonham 2013). La interpretación de fotografía aérea o imágenes de satélite de alta resolución es una metodología aceptada (Nowak et al. 1996; Pauleit y Breuste 2011) para la determinación de la cobertura vegetal; en muchas ocasiones, se hace énfasis a la cobertura del dosel de los árboles ya que es el objeto mínimo identificable, considerando la resolución actual de las imágenes de satélite disponibles gratuitamente.

Se espera que la cobertura vegetal sea una parte importante de un área verde, pues la vegetación cumple muchas funciones ecológicas que generan servicios ambientales. Sin embargo, un área verde totalmente cubierta de vegetación sería socialmente poco atractiva, hacen falta andadores, banquetas, bancas, iluminación, contenedores de basura, etc., que permitan el disfrute de las amenidades generadas por la vegetación. Pero ¿qué tanta cobertura vegetal?

Para tratar de informar el cuestionamiento de ¿qué tanta cobertura vegetal debería de poseer un EVP? resulta importante mencionar los hallazgos de Nowak y colaboradores (1996). Los autores estudiaron la cobertura vegetal en 58 ciudades en los Estados Unidos. La cobertura arbórea (dosel de los árboles) varió de 55% en Baton Rouge, ciudad capital del estado de Luisiana, a 0.4% en Lancaster, California⁶. El ambiente natural que rodea una ciudad es el mejor predictor de su cobertura arbórea. Por ejemplo, en zonas desérticas varía

⁶ Se invita al lector a observar el verdor de las ciudades usando Google Earth.

de 0.4 a 26%. También los autores encontraron diferencias dentro de cada ciudad en función del uso de suelo. La Tabla 1 muestra algunos de los resultados obtenidos, dónde se tiene una cobertura arbórea del 11.3% en parques urbanos localizados en zonas desérticas.

Tabla 1. Cobertura arbórea promedio por tipo de uso de suelo para ciudades en Estados Unidos por tipo de vegetación natural potencial (VNP)

Nombre común	VNP: Bosque		VNP: Pastizal		VNP: Desierto	
	% promedio	Error estándar	% promedio	Error estándar	% promedio	Error estándar
Parques	47.6	5.9	27.4	2.1	11.3	3.5
Lotes baldíos /vegetación natural	44.5	7.4	11.0	2.5	0.8	1.9
Residencial	31.4	2.4	18.7	1.5	17.2	3.5
Oficinas de gobierno	19.9	1.9	9.1	1.2	6.7	2.0
Otros usos	7.7	1.2	7.1	1.9	3.0	1.3
Comercial/ industrial	7.2	1.0	4.8	0.6	7.6	1.8

Fuente: adaptado de Nowak et al. 1996.

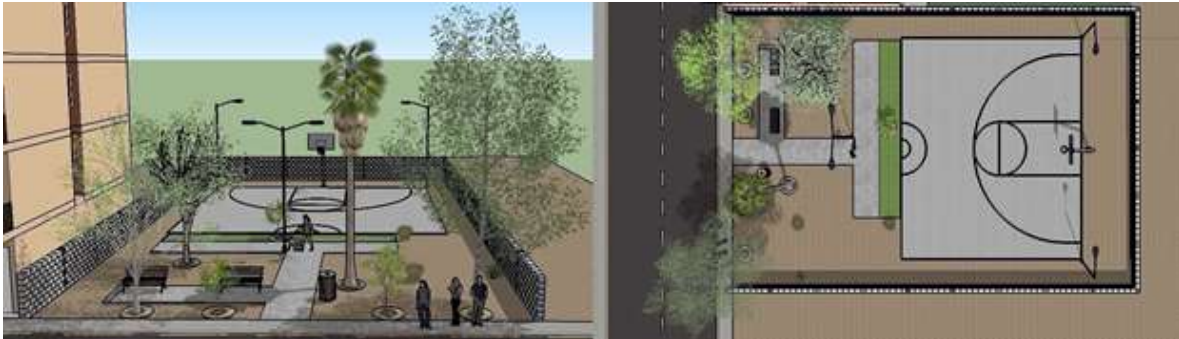
Por otra parte, un estudio de la estructura vegetal de la ciudad de Barcelona⁷ encontró que en la ciudad existían 1, 419,823 árboles con una cobertura vegetal del 25.20%, que la componían 138 especies de árboles y 35 de arbustos. Este trabajo también determinó la cobertura vegetal por uso de suelo urbano encontrando lo siguiente: parques urbanos 40%, áreas naturales 69%, residencial 38%, multi-familiar 5%, áreas comerciales y de oficinas 0% y otras áreas alrededor del 8% (Chaparro y Terradas 2009).

3.4 EVP: Funciones

Los EVP urbanos son valorados por su contribución ecológica y por el papel que juegan como espacios de socialización. En la Figura 5 observamos la vista de planta que ejemplifica la cobertura verde, gris y el suelo desnudo.

⁷ Con clima clasificado como “Csa” templado cálido de veranos secos y calurosos: clima mediterráneo típico.

Figura 5. Maqueta de un parque



Fuente: elaborado por Luis Alan Navarro Navarro.

Los EVP urbanos son valorados no solo por su contribución ecológica sino también por el papel que juegan como espacios de socialización.

3.5 Función social

Los EVP son lugares en donde los vecinos concurren para desarrollar diversas actividades: caminar, pasear a sus mascotas, o simplemente huir del encierro de las cada vez más pequeñas viviendas de interés social. La concurrencia de vecinos ofrece una oportunidad para toparse con extraños, para intercambiar saludos, hacer conocidos y amigos. Adicionalmente, son muchos los EVP que son usados para clases comunitarias de "zumba", "yoga", "crossfit", etc.

La decisión de visitar regularmente un EVP también es una medida de la percepción de seguridad de una comunidad. Muchos EVP son tomados por indigentes, vagabundos, pandillas, que realizan actividades que no son socialmente aceptadas, como lo es el consumo de drogas. Francis et al. (2012) verificaron que existe una relación entre la calidad de un EVP y el sentido de comunidad de los usuarios de estos sitios.

3.6 Ecosistemas urbanos

Bolund y Hunhammar (1999) se refieren a los ecosistemas urbanos (EU) como los espacios verdes y azules (cuerpos y corrientes de agua) que se localizan dentro de un área urbana; los autores especifican siete tipos de EU: el arbolado en banquetas y camellones, parques y jardines, bosques urbanos⁸, áreas de cultivo, cuerpos de agua, humedales, ríos y arroyos. Este nuevo concepto es definido como el espacio donde ocurre una estrecha relación de la población entre lo previamente natural y lo artificial (Amaya 2005). La Organización de las Naciones Unidas (ONU) define EU como: “la comunidad biológica donde los humanos representan la especie dominante o clave y dónde el medio ambiente edificado constituye el elemento que controla la estructura física del ecosistema”. Éstos se consideran como los espacios más importantes del planeta en temas relacionados con el bienestar humano e impacto ecológico. Pueden ser determinados como un espacio parcialmente natural y un espacio parcialmente construido.

La diferencia entre los ecosistemas naturales y los urbanos, es que éstos últimos se encuentran modificados a través de las construcciones y urbanización de las ciudades. Éstas se caracterizan por ser un espacio artificial, el cual ha sido modificado por la mano del hombre, pero también cuenta con espacios naturales, formando parte de los EU. Los EU se transforman por el proceso evolutivo de las sociedades que trae consigo la expansión, es por eso que éstos se caracterizan por su constante evolución.

Los EU han evolucionado con una estructura deficiente, donde los valores ambientales han pasado a segundo plano, dando paso a una división de la sociedad donde pocos se

⁸ Aquí el “bosque urbano” se refiere a un espacio específico que asemeja un bosque, como “El Bosque de Chapultepec” en la ciudad de México. No confundir con la definición de “bosque urbano” de Benavides-Meza y Fernández-Grandizo (2012).

encuentran preocupados por el entorno que habitan, otros se encuentran preocupados en su propio bienestar y, por último, encontramos a los que se encuentran explotando los recursos.

El crecimiento por el que atraviesan las ciudades ofrece servicios de gran valor, el cual ayuda a facilitar la vida de las personas, es por eso que la función de los espacios verdes constituyen un eje vital de los ecosistemas urbanos (Calaza 2017), además de proporcionar servicios ambientales; por ejemplo, las temperaturas en áreas muy urbanizadas suelen ser más elevadas, este efecto es conocido como “islas de calor” y son los espacios verdes quienes ayudan a mitigar las altas temperaturas y a reducir la contaminación atmosférica.

Pauleit y Breuste (2011) sugieren que la vegetación que se encuentra en las ciudades puede tener cuatro orígenes: a) remanentes de los ecosistemas naturales; b) remanentes de otros usos de suelo, por ejemplo, la agricultura; c) establecida por diseño, por ejemplo, para construir un parque; y d) vegetación espontánea. Los autores advierten que la pérdida de cubierta vegetal conduce a tener más: evaporación, escurrimiento, acumulación de radiación solar que redundan en temperaturas del aire más elevadas.

Capítulo 4. Bosque urbano de Hermosillo, estudios previos

En su ambición por buscar comodidades el ser humano ha transformado su entorno sin importar las consecuencias que esto implique. Históricamente los árboles han tenido un papel importante en el espacio público, pues eran ellos quienes estaban primero en las zonas donde se establecieron las ciudades y a medida que las ciudades crecieron fueron cambiando su entorno arbolado. La evolución de las ciudades ha traído consigo la pérdida del paisaje natural, lo que ha producido cambios en los patrones originales. La mayoría de las ciudades crecieron sin importar la pérdida de sus paisajes naturales, introduciendo nuevas especies. Con el tiempo resulta complicado diferenciar entre especies nativas y las exóticas, entre más antigua sea la llegada de la especie exótica mayor será su oportunidad de establecerse y confundirse con las especies nativas (Segura 2005).

Como ya se mencionó, los árboles en la ciudad cumplen servicios ambientales y sociales, éstos son un complemento de la imagen urbana, y en los EVP se utilizan por las personas para recreación y esparcimiento. Cuando el arbolado es escaso, acarrearán consigo un sinnúmero de problemas ambientales, sociales, de salud y seguridad.

La ciudad de Hermosillo no es la excepción con déficit de espacios públicos arbolados. Existen problemas ambientales y de salud derivado de la falta de éstos. Durante gran parte del año se manifiestan como una gran concentración de polvos suspendidos en el medio ambiente, debido a los vientos dominantes en la región provenientes del sur-sureste de la ciudad, que a su vez crean tolvaneras. Las condiciones del suelo y de la vegetación se adentran a la mancha urbana, ocasionando diversos problemas, tanto ambientales como de salud a la población, principalmente del sistema respiratorio y alergias. Considerándose la ciudad de Hermosillo como una de las poblaciones con mayor incidencia de alergia a nivel

nacional ocasionada por la alta concentración de polvos suspendidos, las partículas contenidas en el aire reflejan niveles por encima de lo permitido por la OMS (Alvarado 2016).

La información que se tiene sobre EVP proviene de estudios de caso. Existen pocas investigaciones relacionadas con los EVP en Hermosillo; específicamente podemos citar cinco trabajos (Del Castillo-Alarcón 1992; Clemente-Marroquín 2007; Lara-Valencia y García-Pérez 2013; García-Pérez y Lara-Valencia 2016; Navarro y Moreno 2016) que han analizado y descrito diversos componentes del bosque urbano de la ciudad.

El primer estudio fue desarrollado por Del Castillo-Alarcón (1992) quién muestreo las banquetas y partes frontales de las casas en 100 manzanas de la ciudad, encontró 40 tipos de árboles, y que el 86.3% de los ejemplares pertenecían a 17 especies. El yucateco y árbol del fuego (véase Tabla 2) fueron los que tuvieron una mayor presencia.

Tabla 2. Presencia de especies arbóreas en Hermosillo (1992)

Nombre común	Nombre científico	Origen	(%)
Yucateco	<i>Ficus nitida</i>	Sur de Asia	18.46
Árbol del fuego	<i>Delonix regia</i>	Madagascar	17.84
Naranja	<i>Citrus aurantium</i>	Sureste de Asia	10
Grevilia	<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	3.5
Benjamina	<i>Ficus benjamina</i>	India	2.17
Otros	<i>No aplica</i>	No aplica	31.34

Fuente: modificada por Navarro y Moreno (2016) elaborada a partir de datos de Del Castillo-Alarcón (1992).

Cuando se realizó el estudio la mancha urbana de la ciudad de Hermosillo contaba con una superficie aproximada de 5,160 hectáreas, el autor estimó una cobertura vegetal de aproximadamente 5.5%.

Clemente-Marroquín (2007) realizó un análisis de los seis parques urbanos de mayor superficie (2.3-9.6 hectáreas). Según el censo de parques elaborado por el ayuntamiento el

año 2003, éstos en su mayoría (44.94%) eran de tipo pequeño o vecinales, con superficie menor a los mil metros cuadrados; la siguiente categoría, hasta una superficie menor a una hectárea, representaban el 48.57% de los parques.

La cobertura vegetal de los seis parques varió del 38% al 7%, tan solo el parque Francisco I. Madero tuvo una cobertura del 38%, en el resto de los parques fue menor al 13.6%. Los parques ubicados en colonias de nivel socioeconómico medio-alto, que fueron también los de mayor antigüedad, poseían más vegetación, mejor establecida y desarrollada (altura). Por el contrario, los parques localizados en colonias de nivel medio-bajo, muchas de ellas con antecedentes de haber sido asentamientos irregulares, presentaron un paisaje gris-café, con poca vegetación, mayormente árboles jóvenes recientemente plantados (*Ibid*).

La condición en la que se encontraron los parques localizados en colonias populares y de interés social no era buena. Más que áreas verdes, parecían zonas de color café dominadas por amplias áreas de tierra que desprendían mucho polvo. La vandalización y presencia de basura incrementaban la sensación de abandono de estos sitios (*Ibid*).

Por último, la autora hizo referencia a que el clima desértico y la escasez de agua en la ciudad, aún con la instalación de sistemas de riego por goteo, resultaban ser una limitante para la plantación de vegetación. Observó que, en los parques con mayor vegetación, a pesar de las condiciones de clima extremo, fue común encontrar gente sentada bajo la sombra de los árboles, mientras en aquellos abiertos y terregosos, se miraban desolados durante el día.

Sin embargo, el estudio nos muestra la vulnerabilidad de éstos, como el caso del recreativo de Villa de Seris, parque estudiado y caracterizado por su antigüedad, importancia y tamaño que se vio perjudicado ante la modernización de la ciudad. A inicios del 2008 se comenzó con la demolición de este parque recreativo para construir el Museo de Arte de Sonora

(MUSAS) (Ramírez 2008). Esto se llevó a cabo a pesar de las protestas ciudadanas contra el “ecocidio” que destruyó el tradicional espacio familiar.

Lara y García (2013) estudiaron los parques de Hermosillo como espacios que generan un servicio público y encontraron que la superficie total de parques públicos está abajo de los estándares internacionales. Además, se distribuyen espacialmente en forma desigual, existe inequidad espacial en detrimento de las colonias de más bajo ingreso, esto es, las colonias más pobres gozan de menos EVP⁹, contribuyendo a aumentar las diferencias socioeconómicas de los habitantes de una ciudad. Los autores determinaron que cerca del 70% de las colonias de la ciudad poseen al menos algún tipo de EVP, resaltando que la inexistencia de algún espacio público en un número considerable de colonias, conlleva a que los hermosillenses tengan menor contacto con la naturaleza.

Navarro y Moreno (2016) estudiaron dos componentes importantes del bosque urbano de Hermosillo: la vegetación alineada en las banquetas y los jardines frontales de las viviendas. Con una muestra de 580 transectos, encontraron 90 especies tanto en jardines como en banquetas, de las cuales 30 fueron nativas, en cuanto al origen del arbolado, el 82% de los individuos eran representados por especies introducidas y el 18% por especies nativas. Aunque la ciudad posee una composición florística amplia, el patrón de reforestación está dominado por unas cuantas especies. Por ejemplo, el 37% de los árboles localizados en las banquetas pertenecen a dos especies: *Ficus benjamina* (benjamina) y *Bucida buceras* (olivo negro) (véase Tabla 3 y Tabla 4), estas son también las mejor distribuidas en la ciudad.

⁹ Los autores utilizaron el término de Espacios Públicos Abiertos.

En lo que respecta a las banquetas, 58% posee 5 árboles o menos por cada 100 metros lineales; asimismo, 77% de los jardines frontales poseían 5 árboles o menos por cada 100 metros lineales; esto es, existe menos de un árbol por casa para jardín y banqueta.

Tabla 3. Especies que aparecen con mayor abundancia en las banquetas de Hermosillo

Nombre común	Nombre científico	Origen	(%)
Benjamina	<i>Ficus benjamina</i>	India	27.17
Olivo negro	<i>Bucida buceras</i>	Oeste de la India	10.14
Naranja agrio	<i>Citrus aurantium</i>	Sureste de Asia	8.20
Mezquite	<i>Prosopis spp.</i>	Nativa	7.70
Pingüica	<i>Ehretia tinifolia</i>	India	6.11
Ciprés común	<i>Cupressus sempervirens</i>	Mediterráneo	4.29
Yucateco	<i>Ficus nitida</i>	Sur de Asia	3.67
Palma abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	3.67
Nim	<i>Azadirachta indica</i>	Sureste de Asia	3.38
Árbol del fuego	<i>Delonix regia</i>	Madagascar	2.56

Fuente: Navarro y Moreno (2016).

Tabla 4. Especies que aparecen con mayor abundancia en jardines frontales de Hermosillo

Nombre común	Nombre científico	Origen	(%)
Benjamina	<i>Ficus benjamina</i>	India	16.84
Pino planchado	<i>Thuja occidentalis</i>	Europa	6.66
Pingüica	<i>Ehretia tinifolia</i>	India	5.09
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Sur de México	5.02
Olivo negro	<i>Bucida buceras</i>	Oeste de la India	4.80
Palma abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	4.62
Jacalosuchil	<i>Plumeria rubra</i>	América Central	4.22
Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	India	4.07
Ciprés común	<i>Cupressus sempervirens</i>	Mediterráneo	4.00
Mango	<i>Anacardiaceae</i>	India	3.53

Fuente: Navarro y Moreno (2016).

Navarro y Moreno (2016) dividieron la ciudad por áreas de crecimiento (1992, 2000 y 2014), con la finalidad de encontrar diferencias en la adopción de especies nativas y el número de árboles. El patrón de reforestación a lo largo de las banquetas de zonas desarrolladas recientemente fue menos diverso. No encontraron diferencias en el número de árboles (densidad del arbolado). Existía una mayor proporción de especies nativas en las

áreas de desarrollo más reciente de la ciudad, pero también habían aumentado la presencia y distribución de las especies exóticas más comunes: benjamina y olivo negro. Además, los autores concluyeron que las especies nativas o regionales se observaban mezcladas azarosamente con especies exóticas, de tal forma que no se aprovechaba la ventaja de la baja demanda hídrica de éstas.

Según la Dirección General de Planeación y Ordenamiento Territorial de la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano (SIDUR), en su Diagnóstico del Centro Urbano de Hermosillo, indica que las especies nativas como el mezquite son escasas, destacando especies introducidas como el árbol del fuego, grevilia (*Grevillea robusta*), benjamina, ceiba, fresno (*Fraxinus excelsior*) y palma datilera (*Phoenix dactylifera*) entre otras. Destaca que, en el centro urbano, especies como el eucalipto representa riesgos por su gran tamaño, además se menciona a la benjamina como poco apropiada ya que sus raíces causan daño a las banquetes y edificaciones. En la vegetación existente en los principales bulevares de la ciudad destacan los grandes yucatecos, ceibas y olivos negros.

Respecto al tema social y de mantenimiento en el que se encuentran los parques, la información disponible proviene de periódicos y portales de Internet. En ellos se destaca que la mayoría EVP reciben mantenimiento al menos dos veces al año (Uniradio Noticias 2015), tomando en cuenta que los 12 parques más grandes y con mayor afluencia de visitantes, como lo son los parques Francisco I. Madero, la plaza Zaragoza, Copacabana y Pitic, cuentan con personal permanente para su limpieza y mantenimiento (Vásquez 2017). En cuanto al tema social y del estado en el que éstos se encuentran, el daño principal que reciben los EVP proviene de la falta de conciencia ciudadana, entre los daños podemos señalar que son parques con basura y grafiti (Ayala 2015), incluso vecinos de distintas colonias señalan la

falta de iluminación y vigilancia, lo que trae consigo pandillas y personas en situación de calle que utilizan estos espacios para consumir drogas y causar daños (Robles 2017).

Capítulo 5. Política de reforestación

5.1 Los EVP en la agenda pública

En los medios de comunicación temas como: reforestación, parques urbanos y últimamente el de infraestructura verde no han perdido vigencia en la opinión pública. Existe una tendencia a “mediatizar”¹⁰ campañas masivas de reforestación. De estos esfuerzos poco se sabe después de su éxito, por ejemplo, porcentaje de sobrevivencia de los árboles plantados, ni mucho menos del mantenimiento de la infraestructura construida. En una ocasión un empresario promotor¹¹ del paisajismo xérico en Hermosillo comentó “*si todos los miles de árboles que escuchamos que se han plantado en Hermosillo se hubieran logrado, Hermosillo fuera una selva*”¹², haciendo referencia a que se utilizan especies no adaptadas al desierto Sonorense, así como el nulo seguimiento y mantenimiento de las áreas reforestadas.

El marco jurídico para la planeación, construcción y mantenimiento de los EVP podría considerarse como suficiente, aunque éste se encuentra disperso e inconexo en diversas leyes de orden federal, estatal y municipal. No se cuenta con reglamentos y guías técnicas que unifiquen en forma práctica todos estos mandatos e intenciones expresadas por los políticos, funcionarios de gobierno y el público interesado en mejorar los EVP. En la tabla 5 se hace un resumen (no exhaustivo) de las leyes y reglamentos que inciden en los EVP de la ciudad de Hermosillo.

¹⁰ Buscar publicidad en los medios de comunicación y en las redes sociales.

¹¹ Miguel Cruz Ayala, Simposio Paisajismo en el Desierto 2014, organizado por la empresa Árbol 2000, el 22 de noviembre del 2014 en Hermosillo, Sonora.

¹² Por ejemplo: Durante el trienio de María Dolores del Río (2003-2006) anunció que se entregaron 125 mil árboles de distintas especies; el 3er Informe de Gobierno de Ernesto Gándara Camou (2006-2009) reportó que había 686 áreas verdes en la ciudad, el programa de forestación y reforestación de plazas, parques y bulevares, más el de donación a la ciudadanía, habían plantado 194,333 árboles nativos y de ornato, de éstos, 24,765 en parques y jardines. El 2do Informe de Gobierno de Javier Gándara Magaña, reportó que el municipio poseía 691 áreas verdes que suman 363 hectáreas, y que durante el periodo 2009-2011 se plantaron en éstas 34,555 árboles, de las mismas especies antes mencionadas.

Tabla 5. Leyes, reglamentos y normas que regulan los EVP

Nivel	Nombre
Federal	Ley Desarrollo Forestal Sustentable publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) 25 de febrero del 2003.
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 del 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 del 2016)
Sonora	Ley de Propiedad en Condominios de Inmuebles para el Estado de Sonora (BO, Tomo CXCVIII, Núm. 49, sección IV, 19 de diciembre del 2016).
Hermosillo	Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo (BO Núm. 6, sección III del 19 de enero del 2012).

5.2 Recomendaciones internacionales

La norma internacional en materia de EVP que se ha tomado como estándar a escala de ciudad, es lo que establece a la Organización Mundial de la Salud (OMS), que recomienda un mínimo de 9 m² por habitante. No fue posible encontrar la fuente original donde la OMS recomienda este parámetro, mucho menos conocer cómo se determinó éste. Algunos autores mencionan haber tenido la misma dificultad y sugieren que la OMS en realidad no sustenta este indicador. No obstante, existen múltiples publicaciones y diversos diagnósticos¹³ relacionados con los EVP en ciudades alrededor del mundo que usan este valor como referencia (OECD 2017:236; Mohapatra 2016:12; Ros-Orta 2013:31; Sorensen et al. 1998:4).

¹³ Se recomienda consultar en línea los siguientes reportes: Gobierno del Distrito Federal (2000); Alanís-Flores (2005); Gobierno Ciudad de Buenos Aires (2010); Jiménez-Pérez et al. (2013); Péresse (2017).

El indicador de la OMS posee varias dificultades para su implementación. Primero, los espacios que se deben de incluir o definir como áreas verdes, Rapoport y López-Moreno (1987) 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”. Segundo, rara vez se incluye la variable de acceso y distribución uniforme¹⁴ de las áreas verdes, éstos deben de estar a no más de 15 minutos a pie de la residencia de los usuarios potenciales (Sorensen et al. 1998); y tercero, este indicador no dice nada sobre la calidad estos espacios, como la cantidad de cobertura vegetal, la infraestructura con la que cuentan y su mantenimiento, más aún, si los espacios son socialmente funcionales.

Para la implementación del indicador, simplemente se contabiliza el área verde total y se divide entre la población. Por ejemplo, considerando una población de 812,229 personas en Hermosillo, la ciudad debería de tener alrededor de 731 hectáreas de áreas verdes, distribuidas homogéneamente a lo largo y ancho del polígono urbano.

5.3 Marco normativo federal

La creación de EVP se da concomitantemente al proceso de urbanización. La planeación, diseño y extensión está a cargo, en primera instancia, del desarrollador (fraccionador) o promotor inmobiliario, por supuesto, siguiendo el marco normativo federal, estatal y municipal correspondiente. Primeramente, estará en función del estatus del uso de suelo actual que se pretende desarrollar.

¹⁴ Como ejemplo podemos mencionar el actual proyecto de construcción del denominado “Parque Metropolitano” en una superficie de 450 hectáreas, en el extremo Sureste de Hermosillo, evidentemente fuera del alcance inmediato de muchos sectores de la población ¿debería de contarse esta superficie en la superficie total de áreas verdes de la ciudad?

El crecimiento de la ciudad a costa de terrenos con vegetación natural y que forman parte de los terrenos forestales de la nación, requieren de obtener autorización para el cambio uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) según los que indica Ley Desarrollo Forestal Sustentable (artículo 117). 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: la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Por otra parte, de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo (PDU) 2014, la ciudad ha tenido un crecimiento fragmentado, disperso y desarticulado, por ejemplo, para el año 2007, el área urbana era de 31,736.75 hectáreas, de las cuales alrededor del 60% eran lotes baldíos. El PDU sugiere que la ciudad pudiera duplicar su población desarrollándose hacia adentro. Esto es, sin demandar más CUSTF, ya que los terrenos baldíos situados dentro de la mancha urbana, muy a menudo se excluyen de este trámite.

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, mismas que recomienda poner a disposición del municipio. Adicionalmente, sugiere que, dentro de lo posible, se privilegie la permanencia de la vegetación original.

Finalmente, 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).

5.4 Marco normativo estatal

En términos cuantitativos la legislación estatal determina la extensión y más recientemente, la cobertura vegetal de los EVP. Al menos por un 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 del 2006), hasta el Decreto número 149 (16 de julio del 2015) que adicionó y reformó ésta última en favor de las áreas verdes, la política era que el desarrollador donara del 2 al 3% del área vendible para parques y jardines.

El Decreto número 149 reformó la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano a favor de las áreas verdes, por ejemplo: 1) el artículo 27 fracción VI Bis estipula que se deben de crear áreas verdes atendiendo las recomendaciones al respecto que emite la OMS; 2) el artículo 92 fracción IV menciona la obligación de la autoridad municipal a recibir y preservar las áreas verdes; 3) varios artículos (96, 98 y 100) ponen énfasis en la utilización de vegetación natural, nativa o adaptada y no importada; y por último 4) el artículo 103 estipula que el área de donación deberá estar en función de la densidad poblacional, a partir del año 2015 todos los fraccionamientos deberían donar 4.2 m^2 por vivienda para áreas verdes, aumentando medio metro cuadrado por año hasta llegar a un máximo de 6.2 el año 2019, en lotes mayores a 300 m^2 estos valores se multiplican por 1.5.

Considerando desarrollos de vivienda de interés social con una densidad de 50 viviendas por hectárea, $125\text{-}133 \text{ m}^2$ por lote habitacional, una densidad promedio de 3.63 habitantes por casa, si se destina un 3% del área vendible como EVP da alrededor de 1.1 m^2 por habitante. Con estos requerimientos mínimos, es poco probable que se cumpla el indicador mínimo de la OMS. A no ser que, independientemente a esta superficie, el municipio construya parques de barrio o colonia (accesibles) que complementen 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 m² por vivienda puede traducirse en un porcentaje fijo de 7% para viviendas de 90 m², 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 (8 de agosto del 2016), mejor conocida como “Ley Árbol”. Considerando la especificidad de esta ley en la materia de dasonomía urbana, se describe y se analiza en el siguiente apartado.

5.4.1 Ley árbol

Esta ley es de observancia para las zonas urbanas con más de 15 mil habitantes. A la fecha del presente estudio, 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: 1) la elaboración de un Plan de Manejo Integral del Arbolado Urbano; 2) la creación del Sistema Municipal de Arbolado Urbano, que consiste en un inventario público de todos los árboles localizados en espacios públicos; 3) la administración del cumplimiento de la ley, que incluye realizar inspecciones, autorizar trabajos de poda y derribo, crear padrón de dictaminadores y técnicos autorizados para prestar sus servicios en el municipio; y 4) 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 (comerciales) tengan disponibles las especies incluidas en el catálogo. Esto abre la oportunidad para cambiar el patrón actual de reforestación de la ciudad dominado por especies exóticas (Navarro y Moreno 2016).

A los ciudadanos impone obligaciones tales como: 1) respetar la integridad de los árboles; 2) denunciar su poda, derribo y trasplante sin autorización; 3) mantener en buenas condiciones los árboles que se encuentran en su propiedad privada, así como no derribarlos sin autorización del municipio; y 4) participar al menos en el regado de los árboles que se encuentren en la vía pública y estén más próximos a su domicilio. Evidentemente estas obligaciones no se discutieron y comunicaron a la ciudadanía, durante el proceso legislativo de elaboración de la ley, por lo que se espera que su aplicación, de darse, sea para sorpresa de muchos.

A 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, plantados 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.

5.5 Marco normativo municipal

Estipulado en el artículo 115, fracción III, inciso “g” de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 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 y mantenimiento de los EVP.

5.5.1 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 le otorga la facultad de definir la ubicación de las zonas a áreas verdes, parques urbanos y jardines públicos, así como también planear 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 convoca a ésta para que elabore el PDU que deberá posteriormente ser aprobado por el cabildo de la ciudad. El último PDU fue publicado en el 2014, incluía 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 “zonas de conservación” que no eran más que cerriles rodeados o adyacentes a zonas urbanizadas.

El mapa se digitalizó 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, como los viveros de la Comisión Nacional Forestal; así como lugares cerrados o abandonados como el parque de “La Saucedá”; incluye mucha área no urbanizada, como el antiguo relleno sanitario localizado al norte de la ciudad. No están claros los mecanismos

legales para asegurar que estos sitios se destinarán a áreas verdes ni los criterios de proyección utilizados. Por lo tanto, no fue posible saber, a partir de este mapa, cuales son los EVP que actualmente están funcionando.

5.5.2 Construcción

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

5.5.3 Mantenimiento

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, Dirección de Parques y Jardines (DPJ) que posee un Departamento de Control Arbolario (DCA). El objetivo de estas áreas administrativas es la de brindar servicios de conservación, mantenimiento y forestación de áreas verdes públicas responsabilidad del municipio; también están a cargo de los camellones de los bulevares, plantar árboles y proveer el riego. Particularmente, el DCA, produce los árboles requeridos para reforestar los EVP del municipio. Por lo tanto, es dentro de esta instancia de gobierno donde se decide en parte el tipo de especies que encontramos en los EVP.

En mayo del 2016, se solicitó a la DPJ, el inventario de áreas verdes a su cargo. La lista dividía la ciudad en cuatro sectores, contenía además 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 (ver Tabla 6).

Tabla 6. Áreas verdes en la ciudad de Hermosillo a cargo de la DPJ (2015)

Sector	Plazas			Bulevar			Subtotales		
	Cantidad	Superficie (m ²)	Árboles	Cantidad	Superficie (m ²)	Árboles	Cantidad	Superficie (m ²)	Árboles
Oriente	118	587,443	4,841	33	334,340	4,939	151	921,783	9,780
Poniente	202	1,186,012	6,096	17	244,282	3,657	219	1,430,294	9,753
Centro	128	415,456	7,150	35	167,008	4,443	163	582,464	11,593
Sur	221	541,798	8,969	45	199,217	4,419	266	741,015	13,388
Total	669	2,730,709	27,056	130	944,847	17,458	799	3,675,556	44,514

Siendo conservadores, los bulevares no deberían de incluirse en los EVP, ya que no poseen infraestructura que permita se desarrollen funciones sociales. Entonces, la Tabla 6 revela que la superficie de EVP es de 273 hectáreas, lo que arrojar 3.36 m² de EVP por habitante.

5.6 Xeriscap: paisajismo xérico y catálogo de especies

El argumento principal de esta tesina es la adopción de especies nativas o de ambientes áridos en la reforestación de EVP urbanos. Estas especies tienen el potencial de prestar servicios ambientales a bajo costo y de manera sostenible. Primeramente, consideramos como especie no nativa, alíen, importada, introducida o exótica,¹⁵ a aquellas que son ajenas al medio local. Generalmente son especies traídas de ambientes méxicos, templados, tropicales, es decir, ambientes húmedos, las cuales una vez establecidas en el ambiente seco y con altas temperaturas de Hermosillo, demandan mucha agua para sobrevivir.

¹⁵ Este último apelativo también hace referencia a la morfología, color y rareza de una especie.

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. El tipo de vegetación natural que rodea la ciudad de Hermosillo fue descrito por la COTECOCA¹⁶ como “matorral arbosufrutescente”¹⁷ que es una combinación de árboles de porte mediano, arbustos y algunas cactáceas (ver listado completo de especies en Anexo 2). La actual ciudad fue construida a base de remover esta vegetación o sobre suelo agrícola abandonado.

Las especies exóticas, a pesar de los servicios ambientales que prestan, no contribuyen a aumentar la resiliencia¹⁸ de la ciudad. Clemente-Marroquin (2007) menciona que los períodos de sequía o la falta de agua afectan drásticamente la conservación de los parques de Hermosillo, mucha 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 (yucatecos, benjaminas, grevileas, entre otras) ampliamente distribuidas en la ciudad están afectadas por enfermedades como la pudrición Texana (El Imparcial 2014).¹⁹ Por último, la baja diversidad de especies también vuelve la vegetación urbana menos resiliente (Dobbs et al. 2017).

¹⁶ Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero.

¹⁷ Revisando la guía de vegetación de COTECOCA esta asociación vegetal reportó al menos 27 especies de árboles, 17 de ellas pertenecientes a la familia Fabaceae como: *Guaiacum coulteri*, *Prosopis juliflora*, *Olneya tesota*, *Parkinsonia aculeata*; dos cactáceas (*Lophocereus schottii* y *Lemaireocereus thurberi*) y dos con otras formas de crecimiento (*Fouquieria splendens* y *F. macdougallii*).

¹⁸ Resiliencia es la capacidad de un sistema para mantenerse y adaptarse a cambios repentinos (locales) y cambios globales (por ejemplo, el clima); desde el acercamiento de la dasonomía urbana ésta se estudia para saber cómo la vegetación urbana contribuye a crear ciudades más resilientes; por otra parte, se estudia la resiliencia de la vegetación urbana per se (Dobbs et al., 2017).

¹⁹ En otra nota periodística reciente se menciona que se retiraron 150 árboles de naranjo agrio que habían muerto por falta de agua y enfermedades, según el director de Servicios Públicos del municipio de Hermosillo (Uniradio Noticias 2015).

La tendencia de los habitantes a desplazar la vegetación nativa para sustituirla por especies exóticas no es exclusiva de este caso de estudio.

Algunas ciudades en los Estados Unidos promueven y subsidian la adopción de los paisajes xéricos y la sustitución del césped. Lo curioso es que son los organismos municipales de agua potable los que promueven este cambio como una medida para reducir el consumo de agua en los hogares. De acuerdo a Knopf (1999), la vegetación urbana utiliza grandes cantidades de agua potable, típicamente se estima que anda alrededor del 50% del agua usada en las ciudades de los Estados Unidos. La adopción de xeriscape tiene el potencial de reducir entre el 50-80% del agua usada para regar un jardín normal.

5.6.1 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 contiene un listado de especies, recomienda 16 especies arbóreas exóticas como el naranjo agrio, olivo negro, yucateco; 10 especies regionales (nativas) tales como palo verde, palo fierro, mezquite; seis especies de palmas (una nativa); 8 especies de cactáceas y 8 especies de yucas o agaves (ver Anexo 3).

El problema con este listado es que recomienda usar especies locales y adaptadas al clima. Pero incluye muchas especies exóticas que han sido utilizadas en la ciudad, que si bien se han adaptado no son las recomendadas. Este reglamento requiere ser más específico en permitir solo el uso de especies nativas, regionales o xéricas.

Por último, los catálogos de especies son instrumentos de apoyo que brindan información como: a) la forma de crecimiento del árbol; b) su origen: nativo, endémico, naturalizado o introducido;²⁰ c) si crea algún tipo de perjuicio: atrae avifauna, producción de alérgicos,²¹ frutos incómodos,²² raíces que rompen concreto y tuberías, poca resistencia al viento,²³ etc.; d) la demanda hídrica, esto es, la frecuencia de riego, lo más importante, si una vez establecido ya no requiere de ser regado; y e) susceptibilidad a enfermedades que comprometan su longevidad.²⁴

Estos catálogos, además de ser una fuente importante de información para la elección de especies, deben de representar una política pública. En la medida en que conlleven una obligatoriedad a no plantar ciertas especies o preferir otras, la ciudad va poco a poco modificando el patrón de reforestación.

²⁰ El criterio ecológico de mayor relevancia es la capacidad invasora de la especie. Por ejemplo, en zonas riparias, es el caso de *Rhus lancea* o árbol africano.

²¹ Como el caso del árbol de olivo que produce mucho polen.

²² Por ejemplo, que manchan banquetas, son hospederos de plagas, peligroso o venenosos, etc.

²³ Es el caso de los mezquites (*Prosopis spp.*) y eucaliptos (*Eucalyptus spp.*).

²⁴ En Hermosillo es el caso de especies susceptibles a la pudrición Texana: yucateco, benjamina y grevilia, todos ellos árboles muy populares en la ciudad.

Capítulo 6. Metodología

6.1 Marco de muestreo

El marco de muestreo se integró a partir del listado de parques a cargo del municipio de Hermosillo. La unidad de análisis se definió como EVP representado por los parques y jardines a cargo del municipio. Se identificó la localización geográfica de cada uno de ellos y usando Google Earth²⁵ se delimitó manualmente el polígono de cada EVP.

Este estudio identificó y localizó geográficamente 590 parques a cargo del gobierno municipal. A partir de una muestra de 112 parques, evaluó su funcionalidad social, así como la relación entre infraestructura gris y cobertura vegetal, la densidad de árboles y el patrón de especies, poniendo especial énfasis en las especies nativas o regionales.

6.2 Determinación de la cobertura verde

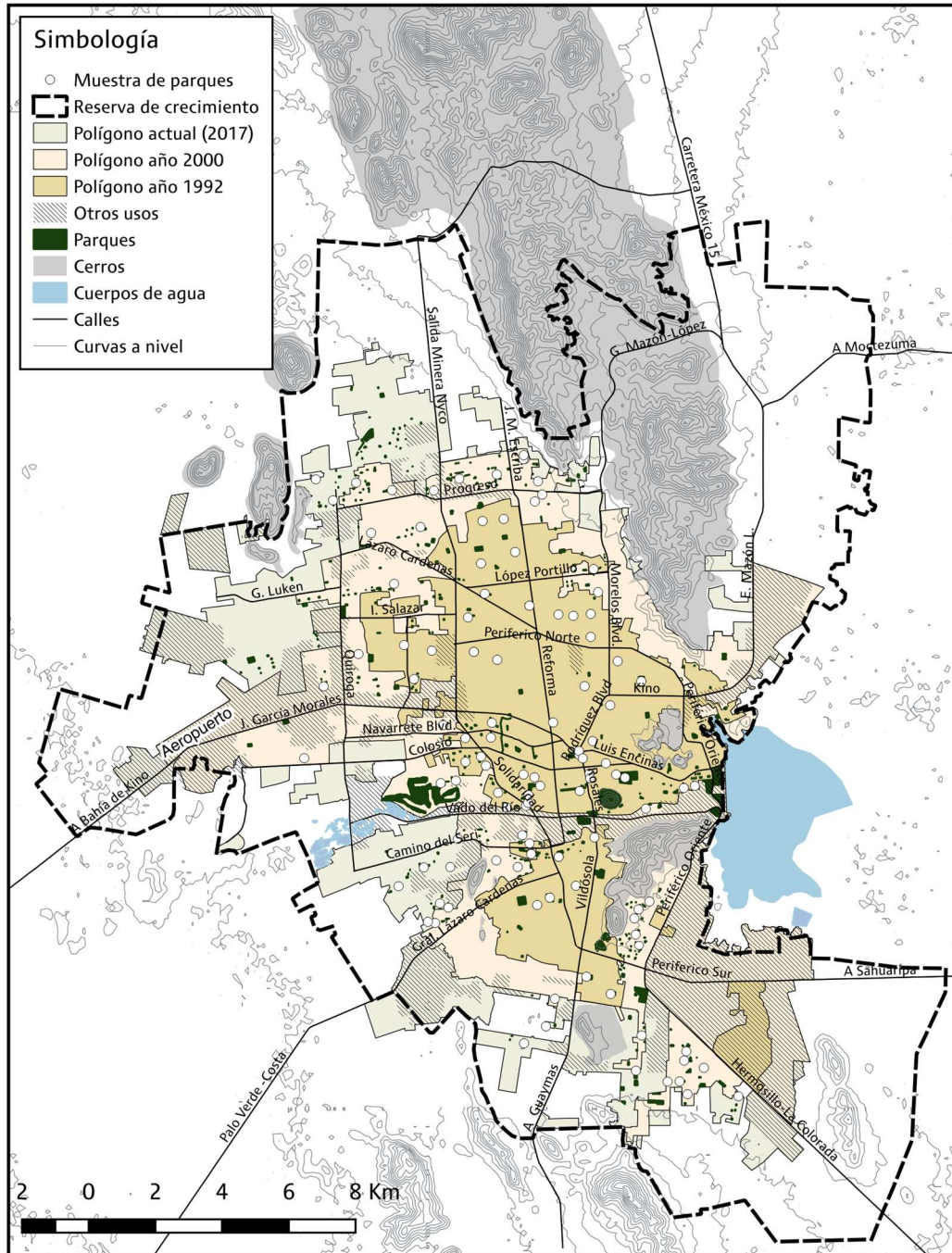
La ubicación de los parques se determinó a partir de la base de datos proporcionada por el municipio de Hermosillo (2014). Se tomó una muestra de 112 parques (ver Anexo 4) que fueron delimitados manualmente formando un polígono usando las herramientas de Google Earth. Cada uno de estos polígonos se foto-interpretó para diferenciar masas de vegetación de infraestructura gris y 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 permitan categorizar un objeto geográfico (polígono, punto

²⁵ Esta plataforma ofrece un mosaico de imágenes provenientes de diversos satélites. El trabajo de foto interpretación se llevó a cabo de junio a diciembre del año 2016, de acuerdo a Google Earth las imágenes disponibles tenían fecha de mayo, septiembre y noviembre del 2016. La empresa proveedora de las imágenes es Digital Globe que posee una familia de satélites cuyas resoluciones multi-espectrales van desde los 1.24 a los 3.2 metros (0.31-0.80 metros en pancromático).

o línea) dentro de una clase preestablecida. El analista asigna la categoría y crea manualmente el objeto, por lo que determina también la extensión del mismo.

Figura 6. Localización geográfica de los EVP identificados de Hermosillo



Fuente: elaborado por Luis Alan Navarro Navarro con datos recolectados en campo.

La cobertura vegetal se estimó como el cociente del área foto-interpretada como “vegetación” y el área total del parque (ver Anexo 5). Para validar esta información, se descargaron imágenes de Sentinel 2A (fecha de la imagen 2016/08/18) desde el portal de la Agencia Espacial Europea. Usando la banda 4 (665 nm) y banda 8 (842 nm), correspondientes al rojo e infrarrojo cercano, respectivamente, con una resolución espacial de 10 metros, se estimó el “Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada” (NDVI, por sus siglas en Inglés) (ver Anexo 6), donde $NDVI = (banda\ 8 - banda\ 4) / (banda\ 8 + banda\ 4)$, adopta valores desde -1 a 1 (Tucker 1979).

6.3 Inventario de especies arbóreas

De los 112 EVP muestreados de la ciudad, se contabilizó sólo el arbolado encontrado, el cual se identificó por su nombre común, género, especie y origen; también se categorizó en exóticos o nativos. Durante la realización de este estudio la identificación de taxonomía de las especies se realizó en sitio, en el Anexo 7 se muestra el listado florístico encontrado en los EVP. No se contabilizaron los árboles que se encontraban secos o enfermos.

6.4 Procesamiento de datos y análisis estadístico

Es importante mencionar que cuando hablamos de un individuo, nos estamos refiriendo al ejemplar observado de una especie determinada, y al momento de hablar de especies se hace alusión a una clasificación taxonómica, como familia, género y especies.

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

Abundancia relativa (A):

$$A_i = \sum_{j=1}^P \frac{n_{ij}}{N} * 100$$

Donde:

n_i = número de individuos de la especie j .

N = número total de individuos de todas las muestras.

P = número total de parques, esto es, 112.

Cobertura verde (Cv):

$$Cv_j = \frac{AV_j}{AT_j}$$

Donde:

AV_j = cobertura verde en m^2 del parque j .

AT_j = área total del parque j en m^2 .

Frecuencia (F):

$$F_i = \sum_{j=1}^P \frac{m_{ij}}{P}$$

Donde:

m = matriz de presencia – ausencia, donde $m_{ij} = 1$, si la especie i estaba presente en el parque j .

P = número total de parques.

Densidad o arboles por m^2 (D):

$$D_j = \sum_{j=1}^S \frac{n_{ij}}{AT_j}$$

Donde:

AT = área total en m^2 en el parque j .

S = número total de especies encontradas en todos los parques, esto es, 70.

Índice de diversidad de Shannon (H):

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

Donde:

P_i = es el porcentaje de individuos de la especie k encontrada en cada parque.

6.5 Estado del parque

Durante la visita al parque se tomó un levantamiento de un conjunto de variables en las que se encontraba el espacio verde público. Las variables que se contemplaron fueron: 1) Actividades indeseables; 2) Actividades deseables; 3) Infraestructura; 4) Infraestructura deportiva; 5) Sistema de riego; 6) Otros usos. En el Anexo 8 se encuentra un reporte fotográfico donde se muestra algunas de las variables estudiadas.

Capítulo 7. Análisis y resultados

Se estudiaron dos componentes, el verde y el social. En el primer componente se determinó la abundancia relativa, cobertura vegetal, frecuencia, densidad arbórea e índice de diversidad de Shannon. En el componente social se observaron aspectos relacionados con la infraestructura, el nivel de mantenimiento y los usos sociales del EVP.

7.1 Identificación de los EVP a cargo del municipio

La DPJ del municipio de Hermosillo proporcionó una lista de parques en formato de hoja de cálculo (actualizada al año 2015). El universo de áreas verdes se categorizaba en: plazas, rural y bulevar. Solo se utilizó la categoría de plazas, que sumaban un total de 669, la lista proporcionada solo incluía el nombre, la dirección (calles) y la superficie en metros cuadrados. Con esta información y usando Google Earth²⁶ fue posible georeferenciar y delimitar manualmente el polígono de 590 plazas.

7.2 Componente verde

Para el estudio del componente verde se realizó un censo de las especies arbóreas encontradas en los 112 EVP muestreados, incluido en listado de parques proporcionados por DPJ, donde se contabilizaron 6,079 individuos, con un total de 70 especies de las cuales solo 18 especies fueron nativas o regionales.

²⁶ En muchos casos fue posible acceder a la vista de calle o “street view” lo que permitió verificar que efectivamente se trataba de un parque urbano; en algunos casos incluso, fue posible determinar el tipo de infraestructura y arbolado que tenían.

7.1.1 Abundancia relativa por especie

Aunque la composición florística de la muestra de parques fue amplia, tan solo 10 especies representaron 84.98% de los individuos contabilizados. El 64.20% del arbolado pertenecía a tres especies: el olivo negro, mezquite y naranjo agrio. La especie nativa con más abundancia fue el mezquite apareciendo en el 16.99% de los EVP contabilizados, seguida por la palma abanico con el 5.18%. En cuanto al origen de los individuos contabilizados el 26.42% se encuentra representado por especies nativas y el 73.58% lo representan las especies introducidas. En la Tabla 7 se muestran las especies que aparecieron con mayor abundancia en los EVP de la ciudad de Hermosillo.

Tabla 7. Especies registradas con mayor abundancia en los EVP de Hermosillo

Nombre común	Género y especie	Origen	(%)
Olivo negro	<i>Bucida buceras</i>	India	36.47
Mezquite	<i>Prosopis spp.</i>	Nativa	16.99
Naranjo agrio	<i>Citrus aurantium</i>	Sureste de Asia	10.76
Palma abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	5.18
Eucalipto	<i>Eucaliptus spp.</i>	Australia	4.29
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	Sureste de Asia	2.91
Pingüica	<i>Ethretia tinifolia</i>	India	2.22
Tepehuaje	<i>Lysiloma watsoni</i>	Nativa	2.07
Palma datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>	Golfo Pérsico	2.07
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	América del sur	2.01

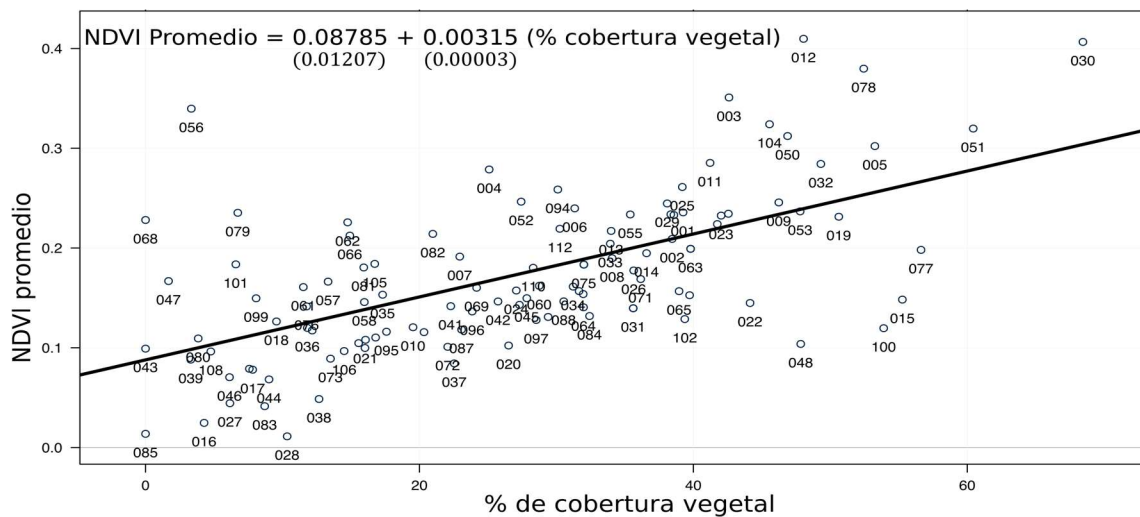
Fuente: Elaboración propia.

La información obtenida de la muestra de parques, no permite rechazar la primera hipótesis planteada referente a que los EVP de Hermosillo poseen una composición florística dominada por especies exóticas. Los resultados obtenidos son consistentes con los encontrados con Navarro y Moreno (2016), no obstante que habían estudiado otros componentes del bosque urbano: el arbolado alienado en las banquetas y los jardines frontales de las viviendas.

7.1.2 Cobertura vegetal

Para verificar la validez de la cobertura de vegetación, manualmente delineada a través de la foto-interpretación (véase Anexo 5), se contrastó ésta con el NDVI. El NDVI utiliza dos secciones del espectro electromagnético de la luz: el rojo y el infrarrojo cercano (IC). Desde hace tiempo (Tucker 1979) se conoce que la vegetación fotosintéticamente activa absorbe luz roja y refleja el IC a través del tejido interno de la hoja y los diferentes estratos de hojas que posee la vegetación, así vegetación más densa reflejaría más IC, se espera una correlación significativa y positiva entre el valor de NDVI y el porcentaje de cobertura vegetal estimado a través de la foto-interpretación.

Figura 7. Relación entre el porcentaje de cobertura vegetal y el índice de verde promedio

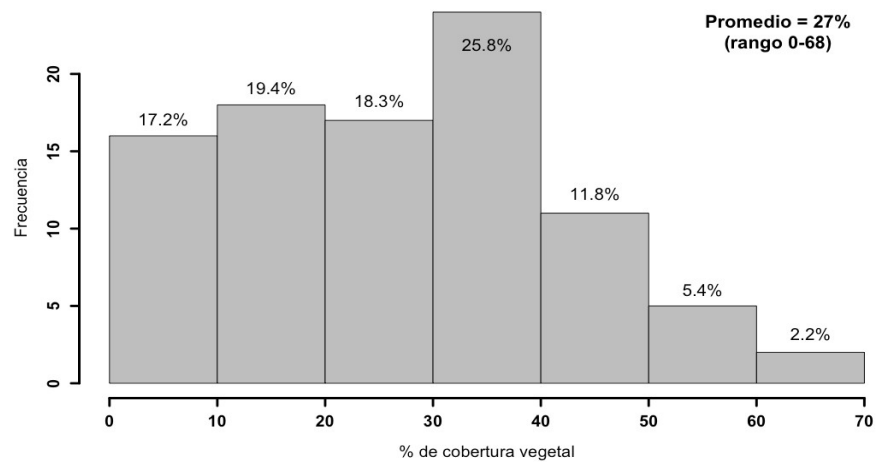


Fuente: elaborado por Luis Alan Navarro Navarro con datos recolectados en campo.

La Figura 7 muestra que existe una correlación significativa entre el porcentaje de cobertura vegetal determinando manualmente desde la foto-interpretación de imágenes de alta resolución de Google Earth y el índice de verde promedio estimado a partir de datos de Sentinel 2A. Este análisis se realizó para brindar más robustez al indicador de cobertura vegetal.

La cobertura vegetal promedio de los 112 parques fue de 27.13% (rango desde 0 a 68%), es importante mencionar que tres de los parques no contaban con árboles. La Figura 8 muestra la distribución de los parques con base en su porcentaje de cobertura vegetal.

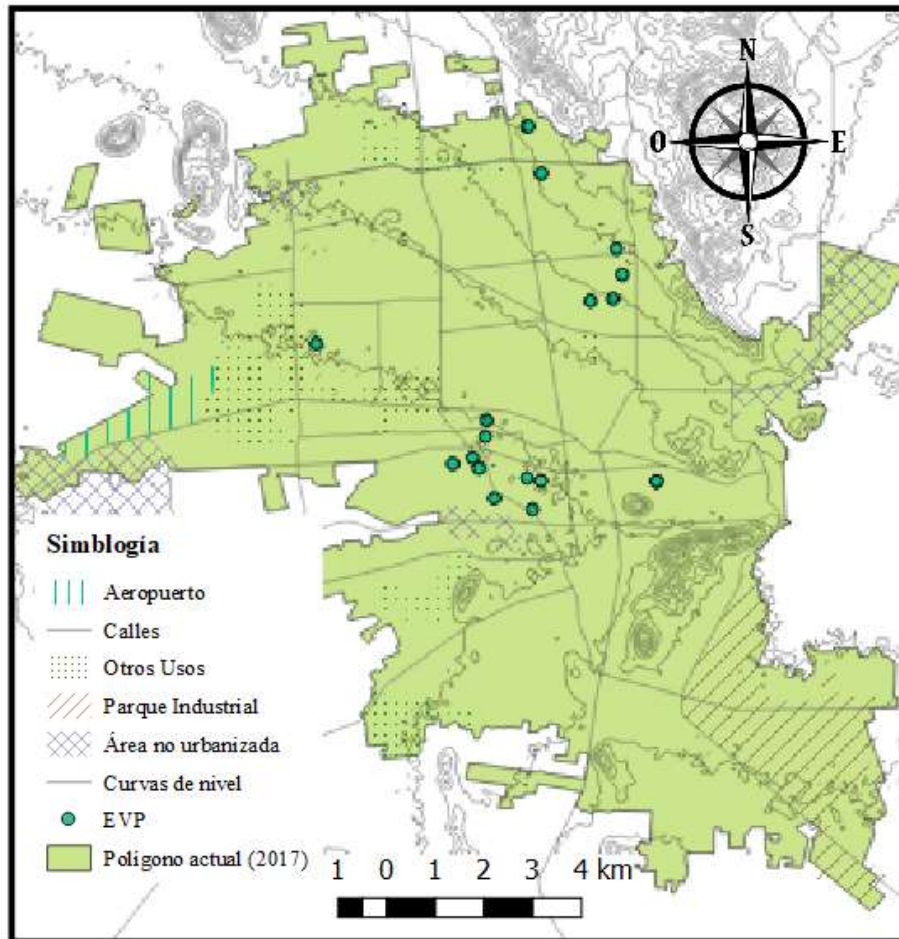
Figura 8. EVP muestreados en función de la cobertura vegetal (muestra 112)



Fuente: elaborado por Luis Alan Navarro Navarro con datos recolectados en campo.

De los EVP estudiados, se detectaron veintiuno con cobertura verde superior al 40%. La mayoría de ellos se localizaron en desarrollos ubicados en la zona centro y caracterizados por ser parques antiguos y situados en zonas de nivel socioeconómico medio a medio alto (véase Figura 9). Esto es consistente con lo sugerido por Clemente-Marroquín (2007).

Figura 9. Distribución geográfica de EVP con cobertura vegetal superior al 40%



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10 se muestran imágenes de alta resolución de Google Earth y sus porcentajes de cobertura vegetal estimados. A simple vista se observa lo que puede verificarse al visitar estos parques, la dominancia de tonos café y grises sobre el color verde, en aquellos con poca cobertura vegetal.

Figura 10. Comparativa de coberturas vegetal de distintos EVP de Hermosillo



Fuente: Imágenes satelitales de Google Earth. Actualizada al 29 de marzo de 2017.

7.1.3 Frecuencia

La frecuencia es un indicador que mide la presencia o ausencia de una especie en una muestra, en este caso un parque. Por lo tanto, la frecuencia da una idea de la distribución geográfica de una especie en la ciudad. En este sentido, la especie que apareció casi en todos los parques fue el olivo negro, teniendo presencia en el 96.43% de las muestras. También se encontró con frecuencia significativa el mezquite y la palma abanico (ver Tabla 8).

Tabla 8. Especies registradas con mayor frecuencia en la muestra de EVP

Nombre común	Género y especie	Origen	(%)
Olivo negro	<i>Bucida buceras</i>	India	96.43
Mezquite	<i>Prosopis spp</i>	Nativa	71.43
Palma abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	Nativa	40.18
Naranja agrio	<i>Citrus aurantium</i>	Sureste de Asia	39.29
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	Sureste de Asia	32.14
Eucalipto	<i>Eucalyptus spp</i>	Australia	31.25
Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	Nativa	27.68
Yucateco	<i>Ficus nitida</i>	Sur de Asia	27.68
Pingüica	<i>Ethretia tinifolia</i>	India	25.89
Árbol del fuero	<i>Delonix regia</i>	Madagascar	24.11

Fuente: Elaboración propia.

7.1.4 Densidad arbórea

En la densidad de los individuos, se obtuvo un promedio de 54.3 individuos por EVP; el parque con más registros fue el parque Francisco I. Madero con 1,439 árboles, con una densidad promedio de 1.18 individuos por 100 m². En la Tabla 9 podemos observar los EVP con mayor densidad de árboles.

Tabla 9. Densidad (árboles por 100 m²) en los EVP de Hermosillo

Nombre del Parque	Área (m ²)	Individuos x EVP	Densidad
San Antonio 3	72.37	5.00	6.91
Residencial de Anza 2	919.41	31.00	3.37
El Encanto 2	1,319.48	44.00	3.33
El Choyal	1,782.03	56.00	3.14
Centenario	541.56	16.00	2.95
Santa Fe	2,324.06	66.00	2.84
Carlos Fuentes	357.75	10.00	2.80
Urbi 4	412.72	11.00	2.67
El Cortijo	1,473.81	35.00	2.37
Rincón Azulejos	920.94	21.00	2.28

Fuente: Elaboración propia.

Clemente-Marroquín (2007) discutió el bajo nivel de uso, principalmente en horas del día con alta radiación solar, de los parques terregosos y con poca cobertura vegetal. Aunque el

55% de los parques de la muestra tenían una cobertura vegetal menor el 30%, como lo sugirió Nowak et al. (1996), las ciudades de zonas desérticas poseen baja cobertura vegetal en todos los componentes de su bosque urbano. Por lo tanto, con los resultados obtenidos en esta investigación, no permite contundentemente, considerando el clima, rechazar la segunda hipótesis planteada referente a que los EVP poseen una baja cobertura vegetal, donde el hormigón (infraestructura) y las áreas desnudas (suelo) dominaban el paisaje. Se requiere hacer más investigación para determinar cuál sería un umbral mínimo aceptable de cobertura vegetal, desde el punto de vista de escenografía del paisaje, verdor, sombra y considerando el clima.

7.1.5 Índice de diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon (H) sirve para saber qué tan diversa es una muestra tomada en un área de estudio. Para el caso de los EVP se obtuvo H máximo de 1.84, este valor correspondería al caso hipotético de un parque que tuviera la presencia del número máximo de especies encontradas en todos los parques, esto es, 70. El promedio de la muestra de parques tuvo un índice de 0.62, que representa un 33.65% de la diversidad potencial. En la Tabla 10 se observan los parques censados con mayor diversidad de especies de los EVP.

Tabla 10. Parques con mayor diversidad de especies

Nombre del parque	Número de especies	Índice de diversidad de Shannon (H)
Francisco I. Madero	35	1.54
Villas de Mediterráneo	28	1.45
Pitic	26	1.41
El Mundito	17	1.23
Deportivo Reforma	15	1.18
Altares 4	15	1.18
Fuentes	14	1.15
Tutuli	13	1.11

Fuente: Elaboración propia.

7.2 Componente Social

Durante el censo arbóreo en los EVP, también se tomó registro del tipo de infraestructura con la que contaba un parque y usos que recibía, se tomó levantamiento de las siguientes variables: 1) aspectos indeseables, 2) aspectos deseables, 3) infraestructura de servicio, 4) infraestructura deportiva, 5) sistema de riego y 6) otros usos. Para cada una de estas categorías se observaron diversos indicadores que consistían en variables binarias que registraban la presencia o ausencia de los elementos a observar en cada categoría.

7.2.1 Actividades indeseables

En el caso de actividades indeseables se contabilizaron los EVP donde se observó: 1) grafiti en la infraestructura del parque; 2) personas en situación de calle (presencia) y 3) aquellas que se acercaban a otros usuarios del parque pidiendo algún tipo de ayuda; 4) conductas inapropiadas, tal como la presencia de personas consumiendo drogas, ingiriendo bebidas alcohólicas y/o tirando basura; y 5) personas con aspecto de pandilleros. En la Tabla 11 se describen los resultados de los aspectos considerados como indeseables observados en la muestra de EVP.

Tabla 11. Aspectos Indeseables (AI)

Indicador	(%)
AI1 grafiti	24.11%
AI2 personas en situación de calle	11.60%
AI3 personas en situación de calle (pedigüeños)	4.40%
AI4 conductas inapropiadas	3.57%
AI5 pandilleros	2.67%

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2 Aspectos deseables

Por otra parte, en la categoría de “aspectos deseables” se observó lo siguiente²⁷: 1) presencia de policías rondando; 2) personas ejercitándose; 3) familia conviviendo; 4) personas de la tercera edad; 5) niños jugando; 6) personas caminando; 7) individuos paseando perros; 8) individuos realizando actividades deportivas; y 9) la presencia de vendedores ambulantes. Estos se consideraron como usos positivos del parque, pues son indicativo de que el EVP es demandado y está cumpliendo funciones sociales positivas. La Tabla 11 muestra los resultados respecto a las actividades deseables encontradas en la muestra de EVP.

Tabla 12. Aspectos Deseables (AD)

Indicador	(%)
AD1 policías	8.04%
AD2 personas ejercitándose	24.10%
AD3 familias conviviendo	32.14%
AD4 personas de la tercera edad	30.40%
AD5 niños jugando	46.43%
AD6 personas caminando	33.04%
AD7 personas paseando perros	32.14%
AD8 actividades deportivas	24.11%
AD9 vendedores ambulantes	12.50%

Fuente: Elaboración propia.

²⁷ La mayoría de las visitas a los EVP se realizaron entre el 29 de enero y el 9 de mayo del 2017, los días domingo entre las nueve de la mañana y las tres de la tarde. La duración de la visita fue de cinco a seis horas para realizar el conteo e identificación de especies y observar la presencia de los indicadores sociales y de infraestructura.

7.2.3 Infraestructura de servicios

En lo referente a infraestructura de servicios, se registró la presencia o ausencia de: 1) alumbrado público²⁸; 2) bancas; 3) bebederos; 4) rampas para minusválidos; y 5) botes de basura. La Tabla 13 muestra los resultados encontrados respecto este indicador.

Tabla 13. Infraestructura de Servicios (IS)

Indicador	(%)
IS1 alumbrado público	84.82%
IS2 bancas	80.36%
IS3 bebederos	7.14%
IS4 rampas	67.86%
IS5 botes de basura	6.60%

Fuente: Elaboración propia.

7.2.4 Infraestructura deportiva

En relación a la variable de infraestructura deportiva (ID), se observó que: (ID1) el 50.89% de los EVP contaba con canchas deportivas; y (ID2) el 47.32% contaban con aparatos para hacer ejercicio.

7.2.5 Sistema de riego (SR) y otros usos

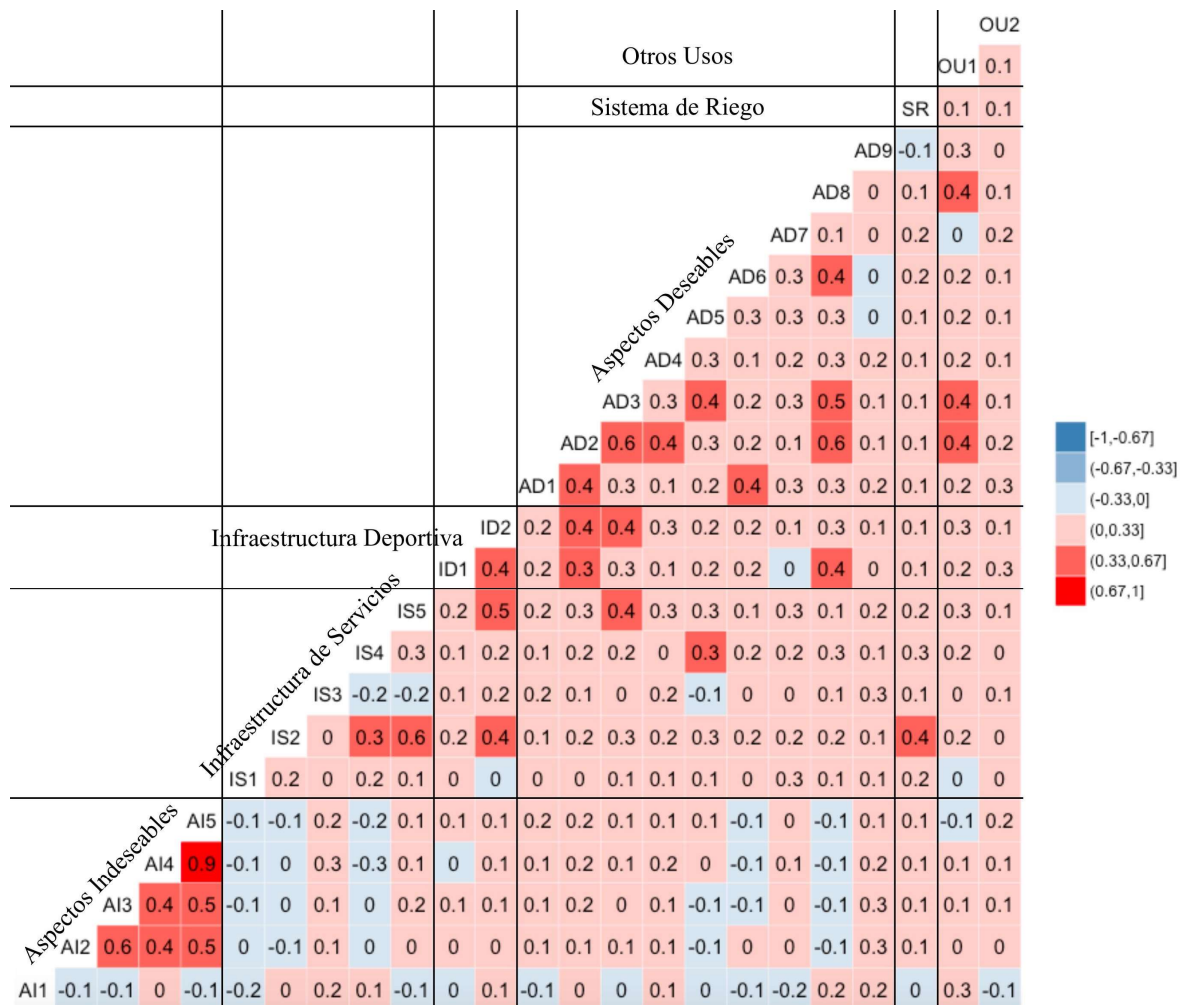
El 87.50% de los EVP contaban con sistema de riego, en ellos se encontró cajete o riego por goteo. La variable otros usos (OU), se refería a la presencia de: (OU1) oficinas o (OU2) iglesias. En el 11.16% y 6.25% de los EVP, también había algún tipo de oficina o templo religioso, respectivamente.

²⁸ Se observó la presencia de infraestructura de alumbrado público, no se verificó si funcionaba.

7.3 Heterogeneidad de los EVP

Los EVP observados presentan un alto grado de heterogeneidad. Los diversos componentes observados en los parques mostraron una correlación de muy baja a moderada entre ellos, lo que indica que la presencia de un componente o actividad no necesariamente implica la presencia o ausencia de otro (ver Figura 11).

Figura 11. Matriz de correlación (Pearson) de los diversos componentes observados los EVP



Por ejemplo: con la prueba de Ji-cuadrado se encontró que no se asocian significativamente ($p = 0.21$) los parques con alumbrado público con aquellos que cuentan con depósitos de basura (véase Tabla 14).

Tabla 14. Relación entre la presencia de alumbrado público y depósitos de basura

Parques:	Con botes de basura	Sin botes de basura
Con alumbrado público	65	30
Sin alumbrado público	9	8

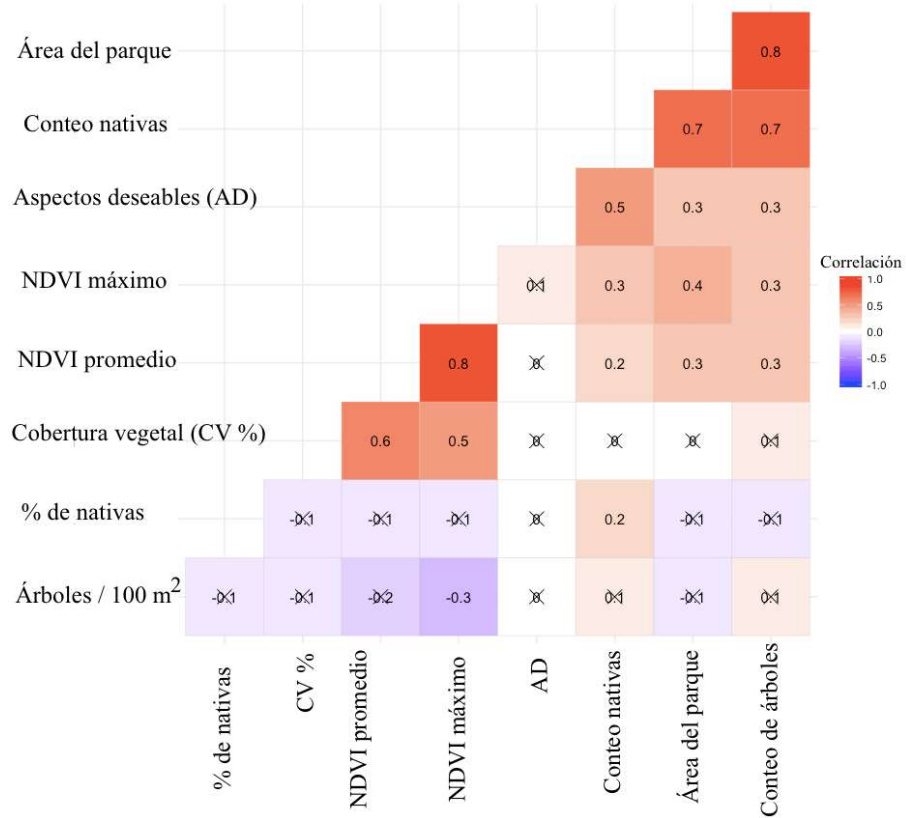
Sin embargo, existe una fuerte asociación estadísticamente significativa ($\chi^2 = 39.65$, $p < 0.01$) entre la presencia de bancas y botes de basura (véase Tabla 15).

Tabla 15. Relación entre la presencia de bancas y depósitos de basura

Parques:	Con botes de basura	Sin botes de basura
Con bancas	72	18
Sin bancas	2	20

Los diversos componentes verdes en los parques mostraron una correlación de muy baja a moderada entre ellos. Por ejemplo, el tamaño del parque (área) presentó una correlación positiva alta y estadísticamente significativa con el conteo de árboles, sin embargo, esta correlación se cancelaba si se tomaba el indicador de árboles por 100 m² (ver Figura 12). El porcentaje de cobertura vegetal no se relaciona con el conteo de árboles, esto indica que muchos árboles pueden ser jóvenes recientemente establecidos. Los aspectos deseables presentan una correlación significativa, aunque baja en magnitud, con el área del parque.

Figura 12. Matriz de correlación (Pearson) entre variables del componente verde, área y aspectos deseables de los EVP



AD = porcentaje de aspectos deseables observados; NDVI = Índice de verde

La falta de consistencia y la baja correlación entre los diversos indicadores observados, soporta la tercera hipótesis referente que existe heterogeneidad en el mantenimiento, infraestructura y funcionalidad de los EVP.

Capítulo 8. Conclusiones y recomendaciones

El presente estudio se centró en un componente muy importante del bosque urbano: los parques y plazas públicas. De la revisión de literatura, se categorizó a éstos como Espacios Verdes Públicos (EPV), se hizo énfasis en su accesibilidad; además del acceso, se discutió que la infraestructura de servicios o el componente gris es una condición necesaria relevante para fomentar el uso y funciones sociales de estos espacios; por otra parte, no se pudo determinar un umbral óptimo de cobertura vegetal o componente verde. La cobertura vegetal promedio de la muestra de parques fue del 27%, por lo que 73% de la superficie de los parques sería infraestructura o suelo desnudo.

Con el criterio de los EVP, se localizó geográficamente 590 plazas a cargo del municipio, este sistema de información geográfica se integró a partir de una lista proporcionada por el ayuntamiento. Como lo observó hace una década en su tesis de maestría Clemente-Marroquín (2007), no existía, a la fecha del presente estudio, un censo completo que ubicara geográficamente de los EVP. Además, la información obtenida del IMPLAN contiene muchos sitios que no son EVP. Por lo que la integración oficial de esta base de datos sigue siendo un trabajo pendiente.

La infraestructura gris o de servicios con que cuentan los parques es heterogénea. Esto es, el estudio reveló que la presencia de un componente no asegura que existan otros. Esto es un indicativo de que reciben un diferente nivel de mantenimiento e inversión en infraestructura. El argumento principal de esta tesina es la adopción de especies nativas o de ambientes áridos en la reforestación de EVP urbanos. El uso de estas especies tiene el potencial de crear un ecosistema urbano más resiliente, adaptado y con una baja demanda hídrica; comparado con el uso de especies importadas o exóticas. Idealmente, el paisajismo xérico (xeriscape)

contempla el diseño de parques y jardines que agrupan especies por su demanda hídrica, toman en cuenta la fonología de éstas para crear matices y contrastes que provean belleza escénica y otros servicios ambientales. No obstante, este estudio no analizó ni observó la presencia o ausencia de estos arreglos (diseños) a nivel parque o jardín, simplemente elaboró un censo del arbolado para determinar la proporción de especies nativas o regionales. Las especies nativas o xéricas se observaron mezcladas al azar con exóticas, en una proporción promedio del 38%. Esta proporción se considera un avance significativo más no suficiente, en el largo plazo esta proporción debería de invertirse.

Una especie exótica, el olivo negro, sigue siendo la más abundante y se puede encontrar en casi todos los EVP. Destaca que, lo cual especie que estuvo de moda, la benjamina, solo representó el 1.5% de los árboles de la muestra, esto es un aspecto positivo considerando que es un árbol susceptible a heladas, pudrición Texana y con altas demandas de agua.

La diversidad de especies es un aspecto deseable del bosque urbano. En promedio el patrón de reforestación de los parques es poco diverso, solo poseen alrededor de una tercera parte de las especies encontradas en la muestra.

Una hipótesis cualitativa planteada en esta tesina es que no existe una política pública clara y definida en materia de reforestación de los EVP. De la investigación documental de diversas leyes y reglamentos se concluye que no existe evidencia para rechazar esta hipótesis. Las ordenanzas que influyen los EVP en cantidad y calidad se encuentran dispersos en muchas leyes y reglamentos con jurisdicción en los tres órdenes de gobierno. No obstante que, el responsable de aprobar el diseño, construcción y después, hacer el trabajo de mantenimiento, es el municipio.

El municipio debe de acatar e incorporar en sus reglamentos lo que dictan las leyes federales y estatales. Estas a su vez adoptan las recomendaciones y acuerdos internacionales. En este

sentido, un indicador de referencia ha sido el de 9 m² de EVP por habitante, que se atribuye a la OMS, no hay evidencia del sustento de este indicador, tampoco es posible encontrar cómo se determinó este valor. No obstante, el Decreto número 149 reformó la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del estado de Sonora, en el año 2015, en su artículo 27 fracción VI Bis, que estipula que se deben de crear áreas verdes atendiendo las recomendaciones al respecto que emite la OMS. Por otra parte, no está muy claro, para muchos funcionarios de los ayuntamientos, qué componentes del bosque urbano deberían de incluirse en la cantidad de áreas verdes que hay que dividir entre la población (número de habitantes). En esta tesina se argumentó que solo los EVP deberían de ser considerados. Haciendo este cálculo la superficie de EVP es de 273 hectáreas en el año 2015, lo que arrojaría 3.36 m² de EVP por habitante, muy por debajo de lo sugerido por la OMS pues la ciudad debería de tener alrededor de 731 hectáreas de áreas verdes, distribuidas homogéneamente a lo largo y ancho del polígono urbano.

Adicionalmente, el Decreto en cita, estipula el área mínima que un fraccionador debe destinar a EVP. Dichos requerimientos no son suficientes para alcanzar el indicador de la OMS. Entonces, además de estos parques vecinales, muchas veces de un área reducida, deberían de complementarse con parques de colonia o barrio, de mayor superficie, que permitan el desarrollo de otras actividades tales como: caminar, correr, pasear mascotas, o que puedan brindar una mayor superficie vegetal que amortigüe ruido, calor, polvos, etc.

Otro aspecto que vale la pena comentar, es el acceso por cercanía. El indicador de la OMS hace referencia a que los EVP deben de estar a no más de 15 minutos de distancia a pie (alrededor de 500 metros). El municipio debería de tomar en cuenta la distribución espacial de los EVP a escala de la ciudad. Existe una tendencia a la construcción de megaproyectos de áreas verdes, que luego llaman “pulmones” de la ciudad. No es que estos proyectos no

sean deseables, pero el bosque urbano debe de estar relacionado con a la infraestructura gris de la ciudad, no concentrado en sitios alejados en la periferia de la ciudad.

Retomando el argumento principal de esta tesina es la adopción de especies nativas o de ambientes áridos es la clave en la reforestación de EVP urbanos. Las diversas leyes estatales, particularmente la “Ley Árbol”, ofrece la oportunidad de crear un catálogo de especies o paleta vegetal²⁶, no que replique el patrón actual de especies, sino que revierta éste a uno dominado por especies nativas, regionales o aquellas de ambientes áridos que no sean un riesgo ecológico a los ecosistemas naturales locales. Este catálogo no tendrá efecto sino se hace obligatorio y se supervisa por el municipio; como se mencionó en el análisis documental de la legislación relacionada con áreas verdes, la oportunidad de reforestar con especies nativas se da desde el cambio uso de suelo de los terrenos forestales.

Maximizar el bosque urbano y minimizar el uso de agua para el riego de su vegetación (el 87% de los EVP de la muestra tenía algún sistema de riego) pareciera objetivos irreconciliables, y lo son, si se sigue utilizando un patrón de reforestación dominado por especies exóticas que requieren de mucha agua para mantenerse medianamente desarrollarse. Hace falta más investigación que contribuya a hacer explícito el consumo de agua potable del bosque urbano, en parques, jardines (residenciales, zonas comerciales, zonas públicas) y la vegetación lineal de camellones y banquetas. Con ello el organismo operador de agua vería el xeriscape como una medida de ahorro y reducción del consumo de agua.

²⁶ Paleta vegetal es un término para describir el listado de plantas que se seleccionan acorde a criterios ambientales.

Bibliografía

- Alanís-Flores, G. J. 2005. El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. Ciencia UANL, enero-marzo, año/vol. VIII, número 001. Universidad Autónoma de Nuevo León, México, pp. 20-32
- Alvarado Eliana. (2016). Calidad del aire se deteriora en Hermosillo. <http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/20062016/1095791-Calidad-del-aire-se-deteriora-en-Hermosillo.html>. 20 de junio de 2016.
- Amaya, C. (2005). El Ecosistema Urbano: Simbiosis Espacial entre lo Natural y lo Artificial. *Revista Forestal Latinoamericana*, 37, 1-16.
- Aramburu, M. (2008). Usos y significados del espacio público. *Arquitectura, ciudad y entorno*, 8, 143-150.
- Ayala, E. (2015). Parques en Hermosillo... dañados por descuido y falta de conciencia ciudadana. Obtenido de Proyecto Puente. 16 de abril: <http://proyectopuente.com.mx/2016/07/29/parques-en-hermosillo-danados-descuido-falta-conciencia-ciudadana/>
- Benavides-Meza H.M. y Fernández-Grandizo D.Y. (2012) Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec. *Madera bosques vol.18 no.2 Xalapa jun.*
- Bolund, P., y Hunhammar, S. (1999). Ecosystem service in urban areas. *Ecological Economics*, 29 (2), 293-301.
- Bonham, C.D. (2013) *Measurements for Territorial Vegetation*. Second Edition, John Wiley & son.
- Calaza, P. (2017). *Infraestructura verde. Sistema natural de salud pública*. México: Mundiprensa.
- Carmona, M., De Magalhães, C., y Hammond, L. (2008) *Public Spaces: The Management Dimension*, Routledge, New York.
- Clemente Marroquin, B. (2007). Los parques urbanos en Hermosillo de 1997 a 2007 ¿Abandono o recuperación? Tesis de maestría, COLSON.
- Chaparro L., y Terradas J. (2009) *Ecological Services of Urban Forest in Barcelona* Centre de Recerca Ecologica i Aplicacion Forestals, Universitat Autonoma de Barcelona Bellaterra, España.
- COESPO. (2015). *Indicadores de crecimiento demográfico y socioeconómico 2015*. Obtenido de <http://www.coespo.sonora.gob.mx/documentos/municipio/2015Hermosillo.pdf>
- CONABIO. (2008). Obtenido de División política estatal 1:250000. 2005: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/destdv250k_2gw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html_xsl&_indent=no
- CONAGUA. (2017). *Registro de temperaturas y lluvias*.
- 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. Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 20 de abril del 2015.
- 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. Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 20 de abril del 2015.
- COTECOCA. (1986). Situación actual de los recursos forrajeros renovables y su potencial forrajero: Sonora. COTECOCA-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Hermosillo, Sonora. (Sin publicar)
- Del Castillo Alarcón, J. M. (1992). Propuesta Integral de Reforestación y tratamientos de aguas residuales en Hermosillo. In J. L. Moreno, *Ecología, recursos naturales y medio ambiente en Sonora* (pp. 299-322). Hermosillo: COLSON, Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología, Gobierno del Estado de Sonora.
- Diagnóstico del Centro Urbano de Hermosillo. (s.f.). Dirección General de Planeación y Ordenamiento Territorial. Obtenido de Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano:
http://ordenamientoterritorial.gob.mx/SEIOT/DPT/PPDU/Hermosillo/DOCUMENTO/02_diagnostico.pdf
- Dobbs, C., Martínez-Harms, M.J., and Kendal, D. 2016. Ecosystem Services. En: *Routledge Handbook of Urban Forestry*. Editado por: Francesco Ferrini, Cecil C. Konijnendijk van den Bosch, Alessio Fini. Nueva York, páginas 51-64.
- Ehui (2010). Mapa de horario el servicio de agua. 9 de enero de 2010.
<http://www.ehui.com/2010/01/mapa-de-tandeo-de-agua-vespertino/>
- Flores Xolocotzi, R., y González Gillén, M. D. (2007). Consideraciones sociales en el diseño y planificación de parques urbanos. *Economía, Sociedad y Territorio*, 6 (24), 931-951.
- Francis, J., Giles-Corti, B., Wood, L., y Knuiiman, M. (2012). Creating sense of community: The role of public space. *Journal of Environmental Psychology*, 32, 401-409
- García, S., y Guerrero, M. (2006). Indicadores de sustentabilidad ambiental en la gestión de espacios verdes. Parque urbano Monte Calvario, Tandil, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 35 (1), 45-57.
- García-Pérez H., y Lara-Valencia F. 2016. Equidad en la provisión de espacios públicos abiertos: accesibilidad, percepción y uso entre mujeres de Hermosillo, Sonora. *Sociedad y Ambiente*. Núm. 10, marzo-junio, pp. 28-56
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (2010). Atlas de indicadores de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Buenos Aires 2010. Ministerio de Desarrollo Urbano.
- Gobierno del Distrito Federal (2000). La Ciudad de México hoy: bases para un diagnóstico. Fideicomiso de Estudios Estratégicos sobre la Ciudad de México. Gobierno del Distrito Federal, Oficialía Mayor, Enero 1, 2000, página 179
- Gómez Lopera, F. (2005). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. *Ciudad y territorio: Estudios territoriales*, 37 (144), 417-436.
- Haro Velarde, N., Moreno Vázquez, J.L., y Loera Burnes, E. (2016). Batallando en el desierto: Ineficiencia y conflictos por el manejo del agua potable en Hermosillo. En *Fugas de agua y dinero. Factores políticos-institucionales que inciden en el desempeño de los organismos operadores de agua potable en México*, coordinado por Salazar Adams, Alejandro, 197- 236. Hermosillo: El Colegio de Sonora.
- IMPLAN. (2015). Programa de Desarrollo Metropolitano de Hermosillo. Obtenido de http://implanhermosillo.gob.mx/metro/pdf/PDM_COMPACTO_CABILDO.pdf
- INAFED. (2014). <http://www.inafed.gob.mx>. Obtenido de Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México:

- <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM26sonora/municipios/26030a.html>
- INEGI. (2010). Volumen y crecimiento. Población total según tamaño de localidad para cada entidad federativa. Obtenido de: http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P
- INEGI. (2013). Área geoestadística básica Municipales. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx>
- INEGI. (2013). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, serie V (capa Unión), escala: 1:250000. edición: 2a. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI. (2015). Número de habitantes. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx>: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/son/poblacion/>
- INEGI. (2015) Resultados definitivos de la encuesta intercensal 2015. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx>, http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_12_3.pdf
- Jimenez-Pérez, J., Cuéllar, G., y Treviño, E. (2013) Áreas Verdes del Municipio de Monterrey. Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, estudio por encargo del Gobierno Municipal de Monterrey 2012-2015.
- Kardinal-Jusuf, S. y Nuyuk-Hien, W. (2016). Valuing green spaces as a heat mitigation technique. Urban Climate Mitigation Techniques. Edited by: Mat Santamouris and Denia Kolokotsa. Routledge. New York.
- Knopf, J.M. (1999) Waterwise Landscaping with Trees, Shrubs, and Vines: A Xeriscape Guide for the Rocky Mountain Region, California, and the Desert Southwest. Chamisa Books, Boulder Colorado.
- Lara-Valencia, F., y García-Pérez, H. (2013). Space for equity: socioeconomic variations in the provision of public parks in Hermosillo, Mexico. *Local Environment*, 20 (3), 350-368.
- Navarro-Navarro, L. A., y Moreno-Vázquez, 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, Rowan A. Rowntree a, E. Gregory McPherson b, Susan M. Sisinni a, Esther R. Kerkmann y Jack C. Stevens. (1996) Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning* 36, 49-57
- Pauleit S., y Breuste, J. H. (2011). Land-Use and Surface-Cover as Urban Ecological Indicators. En: *Urban Ecology: Patterns, Processes, and Applications*. Editor: Jari Niemelä, Oxford University Press, pp. 19-29.
- Pécresse, V. (2017). Plan vert de L'Ile-de-France: la nature pour tous et partout. Rapport pour le conseil régional, Mars 2017. Rapport N°CR 2017-50.
- Pineda Pablos, Nicolás. (2012). Vulnerabilidad Institucional y Crisis de la Gestión del Agua en Hermosillo, Sonora. En Memoria del 2do Congreso de la Red de Investigadores Sociales sobre Agua, coordinado por Alicia Torres Rodríguez y Mendoza Bohne, Sofía, 230-250. Chapala: Universidad de Guadalajara.
- Ramírez R, O. (2008). Inician destrucción del parque de Villa de Seris en Mexico. Obtenido de www.ecoportal.net. 13 de enero: http://www.ecoportal.net/Eco-Noticias/Inician_destruccion_del_parque_de_Villa_de_Seris_en_Mexico
- Rapoport, E., y López-Moreno, I.R. (1987). Aportes a la ecología urbana de la Ciudad de México. Editorial Limusa.

- Reyes, S. (2011) Disponibilidad de Áreas Verdes. Informe del Estado. Ministerio del Medio Ambiente, Chile
- Robles Baldenebro, M. (2009). Transformación del espacio público: Participación, gestión, políticas públicas y mercado inmobiliario. Estudio de caso: Hermosillo; Sonora 2003-2016. Tesis Doctoral, COSLSON.
- Robles, M. (2017). Vándalos causan daños en parques. Obtenido de El Imparcial. 15 de mayo: <https://elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/15052017/1214714-Vandalos-causan-danos-en-parques.html>
- Rzedowski, J. (1990). Vegetación Potencial. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Salazar Adams, A., y 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.
- Schipperijn, J. (2010). Influences on the use of urban green space. Urban Forestry and Urban Greening. 9 (1), 25-32.
- Segura Burciaga, S. (2005). Las especies introducidas: ¿benéficas o dañinas? En O. Sánchez, Temas sobre restauración ecológica (pág. 255). Instituto Nacional de Ecología - Restoration ecology.
- Sorensen, M., Barzetti Kari Keipi, V., y Williams, J. 1998. Manejo de áreas verdes urbanas. Documento elaborado por: División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C.
- Tella, G., y Potocko, A. (2009). Los espacios verdes públicos: Una delicada articulación entre demanda y posibilidades efectivas. Mercado y empresas para servicios públicos 55 (1), 40-55.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment 8, 127–150.
- Tyman, S. (2011). Xeriscape. En: Green Cities: An A-to-Z Guide. Editores: Kevin Cohen y Paul Robbins. The SAGE Reference Series on Green Society, Toward a Sustainable Future. USA.
- Uniradio Noticias. (2015). Parques y Jardines dará mantenimiento a 864 áreas verdes. 16 de abril de 2015. Obtenido de: <http://www.uniradionoticias.com/noticias/hermosillo/334569/parques-y-jardines-dara-mantenimiento-a-864-areas-verdes.html>
- Uniradio Noticias. (2017). Retiran árboles secos en camellón del bulevar Enrique Mazón. 2 de mayo 2017. Obtenido de: <http://www.uniradionoticias.com/noticias/hermosillo/476593/retiran-arboles-secos-en-camellon-del-bulevar-enrique-mazon.html>
- Vásquez, T. (2017). Tienen parques personales de planta. Obtenido de El imparcial. 29 de Julio: <https://elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/29072017/1241231-Tienen-parques-personal-de-planta.html>

Anexo 1. Programa de restricción de agua “tandeos” anunciados por Agua de Hermosillo (Agua de Hermosillo, enero del 2010)



Anexo 2. Listado de especies de árboles y cactus presentes en el matorral arbosufrutescente (COTECOCA 1986).

Familia	Genero	Especie	#	Tipo
<i>Fabaceae</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>divaricata</i>	1	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia</i>	<i>occidentalis</i>	2	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Cercidium</i>	<i>microphyllum</i>	3	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Cercidium</i>	<i>floridum</i>	4	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Guaiacum</i>	<i>coulteri</i>	5	Árbol
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea</i>	<i>arborescens</i>	6	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Olneya</i>	<i>tesota</i>	7	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Prosopis</i>	<i>juliflora</i>	8	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia</i>	<i>constricta</i>	9	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia</i>	<i>willardiana</i>	10	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia</i>	<i>greggii</i>	11	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia</i>	<i>cochliacantha</i>	12	Árbol
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>confusa</i>	13	Árbol
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>laxiflora</i>	14	Árbol
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>microphyla</i>	15	Árbol
<i>Malvaceae</i>	<i>Ceiba</i>	<i>acuminata</i>	16	Árbol
<i>Cannabaceae</i>	<i>Celtis</i>	<i>pallida</i>	17	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Cercidium</i>	<i>sonorae</i>	18	Árbol
<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>sonorae</i>	19	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Erythrina</i>	<i>flabelliformis</i>	20	Árbol
<i>Capparaceae</i>	<i>Forchammeria</i>	<i>watsonii</i>	21	Árbol
<i>Fouquieriaceae</i>	<i>Fouquieria</i>	<i>macdougallii</i>	22	Otras
<i>Fouquieriaceae</i>	<i>Fouquieria</i>	<i>splendens</i>	23	Otras
<i>Primulaceae</i>	<i>Jacquinia</i>	<i>pungens</i>	24	Árbol
<i>Cactaceae</i>	<i>Lemaireocereus</i>	<i>thurberi</i>	25	Cactus
<i>Fabaceae</i>	<i>Parkinsonia</i>	<i>aculeata</i>	26	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Piscidia</i>	<i>mollis</i>	27	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Pithecellobium</i>	<i>mexicanum</i>	28	Árbol
<i>Fabaceae</i>	<i>Pithecellobium</i>	<i>sonorae</i>	29	Árbol
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tecoma</i>	<i>stans</i>	30	Árbol
<i>Cactaceae</i>	<i>Lophocereus</i>	<i>schottii</i>	31	Cactus

Anexo 3. Especies recomendadas Reglamento de Construcción de Hermosillo.

Especies arbóreas exóticas		
Número	Nombre común	Género y especie
1	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>
2	Naranja agrio	<i>Citrus aurantium</i>
3	Tulia	<i>Thuja orientalis</i>
4	Olivo negro	<i>Bucida buceras</i>
5	Árbol del pirul	<i>Schinus molle</i>
6	Árbol del Brasil	<i>Caesalpinia echinata</i>
7	Neem	<i>Azadirachta indica</i>
8	Piocha	<i>Melia azedarach</i>
9	Grevillea	<i>Grevillea robusta</i>
10	Pingüica	<i>Ehretia indica</i>
11	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>
12	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
13	Pino Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>
14	Yucateco	<i>Ficus nitida</i>
15	Benjamina	<i>Ficus benjamina</i>
16	Cipres	<i>Cupressus arizonica</i>

Especies arbóreas regionales		
Número	Nombre común	Género y especie
1	Palo verde azul	<i>Cercidium floridium; Cercidium hybrid</i>
2	Palo verde chino	<i>Cercidium mycrophyllum</i>
3	Bagote, retama	<i>Parkinsonia aculeata</i>
4	Mezquite	<i>Prosopis velutina; prosopis alba; prosopis chilensis</i>
5	Ocotillo	<i>Fuoquieria splendens; fuequeiria mcdougalli</i>
6	Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i>
7	Tepeguaje	<i>Lysiloma watsonii</i>
8	Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>
9	Palo brea	<i>cercidium praecox</i>
10	Acacia	<i>Albizia lebbek</i>

Anexo 3. Especies recomendadas Reglamento de Construcción de Hermosillo (continuación).

Especies palmas		
Número	Nombre común	Género y especie
1	Palma real	<i>Roystonea regia</i>
2	Palma datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>
3	Palma cocus plumoso	<i>Syagrus romanzoffiana</i>
4	Palma rubelina	<i>Phoenix roebelenii</i>
5	Palma Cica	<i>Cycas revoluta</i>
6	Palma washingtonia o abanico	<i>Washintonia robusta</i>

Especies cactáceas		
Número	Nombre común	Género y especie
1	Saguaro	<i>Carnegiea gigantea</i>
2	Pitahaya	<i>Steneocereus thurberi</i>
3	Sina	<i>Lophocereus schotti</i>
4	Sinita	<i>Steneocereus alamosensis</i>
5	Nopal rojo	<i>Opuntia Santa Rita</i>
6	Biznaga	<i>Ferocactus emoryi; ferocactus wislizenii</i>
7	Choya	<i>Opuntia acanthocarpa; opuntia fulgida</i>
8	Barrilito de oro	<i>Echinocactus grusonii</i>

Especies de agaves o yucas		
Número	Nombre común	Género y especie
1	Agave o maguey verde	<i>Agave desmettiana</i>
2	Agave o maguey azul	<i>Agave americana</i>
3	Agave o maguey pulpo	<i>Agave vilmoriana</i>
4	Agave bacanora	<i>Agave angustifolia</i>
5	Hesperaloe, yuca roja	<i>Hesperaloe</i>
6	Yuca	<i>Yucca elata</i>
7	Sábila	<i>Aloe vera</i>
8	Oreja de burro	<i>Sansevieria</i>

Anexo 4. Número de identificación, nombre, porcentaje de cobertura verde (CV) y área total del parque.

Parque	Nombre del parque	% CV	Área m ²
01	Tutúli	39.25	6,138.52
02	Cantabria	38.45	351.11
03	3 Pueblos	42.60	4,105.45
04	Villas de Mediterráneo	25.09	16,401.1
05	Bugambilias	53.25	14,678.18
06	Pitic	31.34	39,873.12
07	Justo Sierra	22.94	8,748.73
08	Roberto Romero	34.07	816.00
09	Garmendia	46.24	2,866.79
10	Apolo	19.53	5,283.11
11	Colinas	41.22	3,038.32
12	Madero	48.05	94,707.86
13	El Mundito	34.00	12,365.65
14	Jardín Juárez	36.58	10,998.00
15	Bachoco	55.26	2,008.57
16	Deportivo Reforma	4.28	24,980.84
17	Lomas Madrid	7.82	14,378.57
18	Carmen Serdán	9.56	25,614.45
19	Parque Villa Sonora	50.62	4,355.06
20	Alto Valle	26.51	879.32
21	Villa Colonial	16.06	2,665.24
22	Luz 1	44.14	1,155.60
23	Luz 2	42.03	1,323.41
24	Villa Morena	27.07	2,124.87
25	Reynalda	39.19	12,280.74
26	Gastón Madrid	35.64	7,525.03
27	Los Sauces	6.16	919.96
28	Matías Cazares	10.34	671.21
29	Plaza Zaragoza	38.09	7,566.88

Anexo 4. Número de identificación, nombre, porcentaje de cobertura verde (CV) y área total del parque (continuación).

Parque	Nombre del parque	% CV	Área m ²
30	Prados Centenario	68.45	541.56
31	Embovedado San Antonio	35.61	3,828.89
32	Piedritas	49.31	2,600.72
33	Fátima	33.94	13,344.06
34	Padua	31.22	2,024.75
35	Emiliana de Zubeldía	17.31	6,202.50
36	Caballero de Anza	11.81	1,316.44
37	De Los 100 años	22.54	2,142.11
38	Leona Vicario	12.67	4,268.68
39	María Amparo	3.30	1,033.40
40	El Encanto 2	38.35	1,319.48
41	Arándanos	22.29	792.59
42	Villas del Real	25.74	966.59
43	Constelación	0.00	4,279.02
44	Gómez Morín	9.02	9,185.06
45	Jorge Valdéz	27.84	982.29
46	Mayboca	6.13	5,975.78
47	Las Fuentes 6	1.68	1,006.48
48	Las Granjas 1	47.84	604.56
49	Staus	38.58	2,360.29
50	Santa Fé	46.88	2,324.06
51	Quintas Canora	60.44	2,642.37
52	Portales	27.43	10,245.65
53	Fuentes	47.80	4,626.02
54	Real del Arco	42.56	1,901.86
55	Praderas 2	35.39	2,166.78
56	Nacameri	3.34	29,614.96

Anexo 4. Número de identificación, nombre, porcentaje de cobertura verde (CV) y área total del parque (continuación).

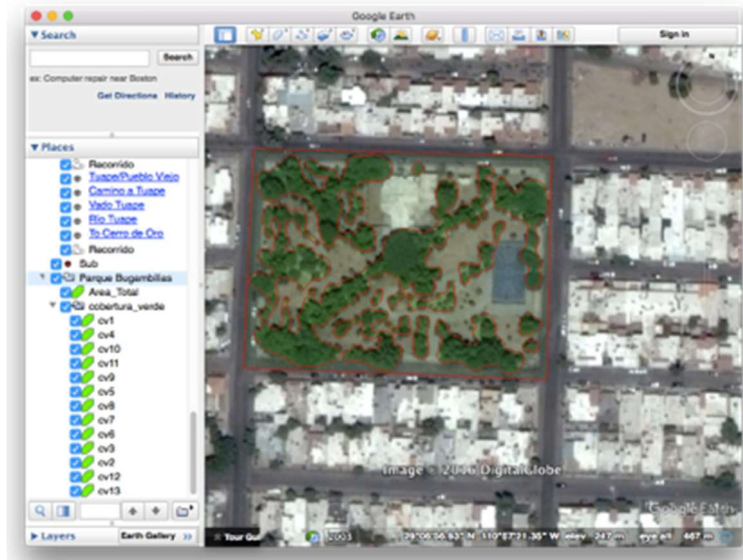
Parque	Nombre del parque	% CV	Área m ²
57	San Ángel 4	13.33	14,784.96
58	Apache 1	15.98	6,285.90
59	Deportivo Las Quintas	7.58	12,205.03
60	Tulipanes	28.75	2,668.79
61	Palo Verde 2	11.52	27,548.30
62	Palo Verde	14.76	1,017.69
63	Eusebio Kino	39.80	684.56
64	Placitas 2	31.98	512.93
65	Real de Minas	38.96	711.82
66	Minitas Hábitat	14.92	6,895.15
67	Real del Carmen 3	15.56	1,199.90
68	Real de Minas 6	0.00	335.88
69	El Cortijo	24.18	1,473.81
70	Los Atardeceres	39.73	357.06
71	Bella Vista	36.16	2,076.24
72	Ladrilleras	22.06	2,500.93
73	Las Plazas	13.50	579.84
74	Casa Bonita	29.40	2,826.76
75	El Choyal	32.00	1,338.93
76	Los Mirasoles	11.76	972.82
77	Alameda	56.63	890.25
78	Rincón Azulejos	52.44	920.94
79	Hacienda de la Flor	6.74	8,441.17
80	Villa de Seris	3.85	2,830.35
81	Casa Linda	15.93	1,391.72
82	Las Lomas 19	20.98	1,090.78
83	Las Lomas 25	8.70	1,328.87
84	Urbi 4	32.42	412.72
85	Las Lomas 6	0.00	177.79

Anexo 4. Número de identificación, nombre, porcentaje de cobertura verde (CV) y área total del parque (continuación).

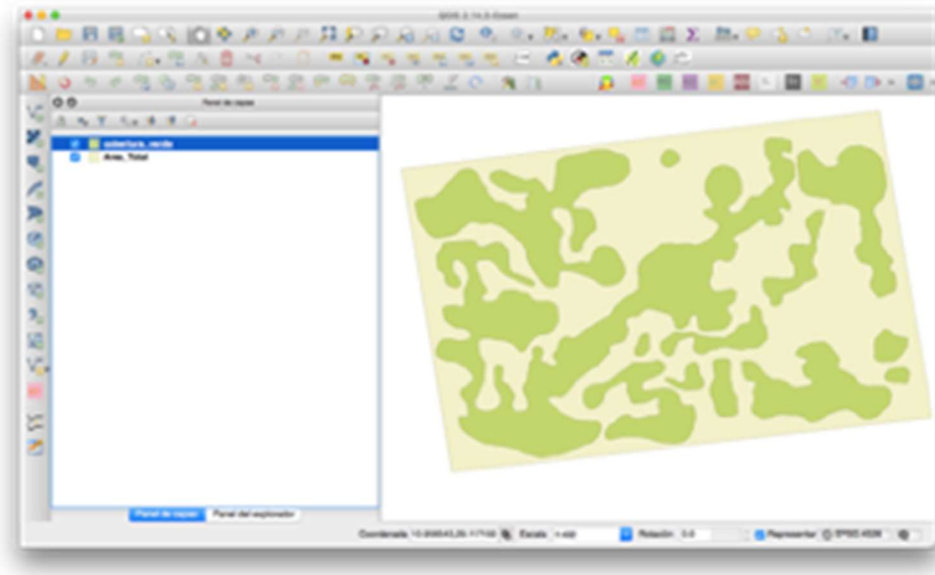
Parque	Nombre del parque	% CV	Área m ²
86	Carlos Fuentes	27.30	357.75
87	Chula Vista	23.07	694.32
88	Nuevo 4	30.53	1,164.46
89	Tierra Nueva	31.96	1,029.83
90	Nuevo 10	20.33	2,252.68
91	Altamira	12.17	1,690.46
92	Arboleda	16.80	1,600.42
93	Agua Lurca	16.02	1,459.12
94	Altares 4	30.10	13,880.19
95	Altares 10	17.59	8,450.22
96	Cuauhtémoc	23.85	4,965.58
97	Adolfo de la Huerta	28.53	8,979.88
98	Río Grande 4	31.65	691.43
99	Costa del Sol	8.09	321.83
100	Agaves 1	53.90	176.58
101	Las Minitas 2	6.59	1,255.16
102	Los Naranjos 5	39.37	411.48
103	Residencial de Anza 2	41.75	919.41
104	Parque Buena Vista	45.56	2,139.04
105	Álvaro Obregón	16.73	15,972.66
106	Los Jardines 1	14.50	2,053.49
107	Eusebio Kino	39.80	7,558.00
108	Jacinto López	4.76	18,448.87
109	Nueva Galicia 2	35.61	2,105.07
110	San Antonio 3	28.30	72.37
111	El Choyal	32.00	1,782.03
112	Copacabana	30.25	13,143.87

Anexo 5. Metodología para la obtención de la cobertura vegetal de los EVP.

1. Foto interpretación en Google Earth para estimar la cobertura verde. Se trata de estimar la relación entre el espacio construido y la cobertura vegetal. Se elabora un polígono rectangular para el parque y dentro de éste se crean polígonos irregulares siguiendo el contorno de los doseles de los árboles



2. Se transforman de formato KML a SHP en QGIS.



3. Se crean dos archivos: 001_at.shp para el polígono del parque y 001_cv.shp conteniendo el conjunto de polígonos para las coberturas vegetales. Exportar los archivos usando el siguiente sistema de referencia de coordenadas: EPSG:32612, WGS84 UTM Zona 12N.

Para un solo parque así queda la carpeta:

Name	Date Modified	Size	Kind
001_at.cpg	Yesterday, 3:21 PM	5 bytes	Document
001_at.dbf	Yesterday, 3:21 PM	2 KB	Document
001_at.kml	Yesterday, 3:02 PM	2 KB	Google...ument
001_at.prj	Yesterday, 3:21 PM	391 bytes	Document
001_at.qpj	Yesterday, 3:21 PM	600 bytes	Document
001_at.shp	Yesterday, 3:21 PM	292 bytes	ESRI S...ument
001_at.shx	Yesterday, 3:21 PM	108 bytes	Document
001_cv.cpg	Yesterday, 3:20 PM	5 bytes	Document
001_cv.dbf	Yesterday, 3:20 PM	15 KB	Document
001_cv.kml	Yesterday, 3:02 PM	94 KB	Google...ument
001_cv.prj	Yesterday, 3:20 PM	391 bytes	Document
001_cv.qpj	Yesterday, 3:20 PM	600 bytes	Document
001_cv.shp	Yesterday, 3:20 PM	56 KB	ESRI S...ument
001_cv.shx	Yesterday, 3:20 PM	204 bytes	Document

4. Repetir el procedimiento para cada parque, cada parque generará 2 archivos SHP. Hay que mantener la misma convención para nombrarlos.

Todos los pares de archivos SHP deben de quedar almacenados en la misma carpeta.

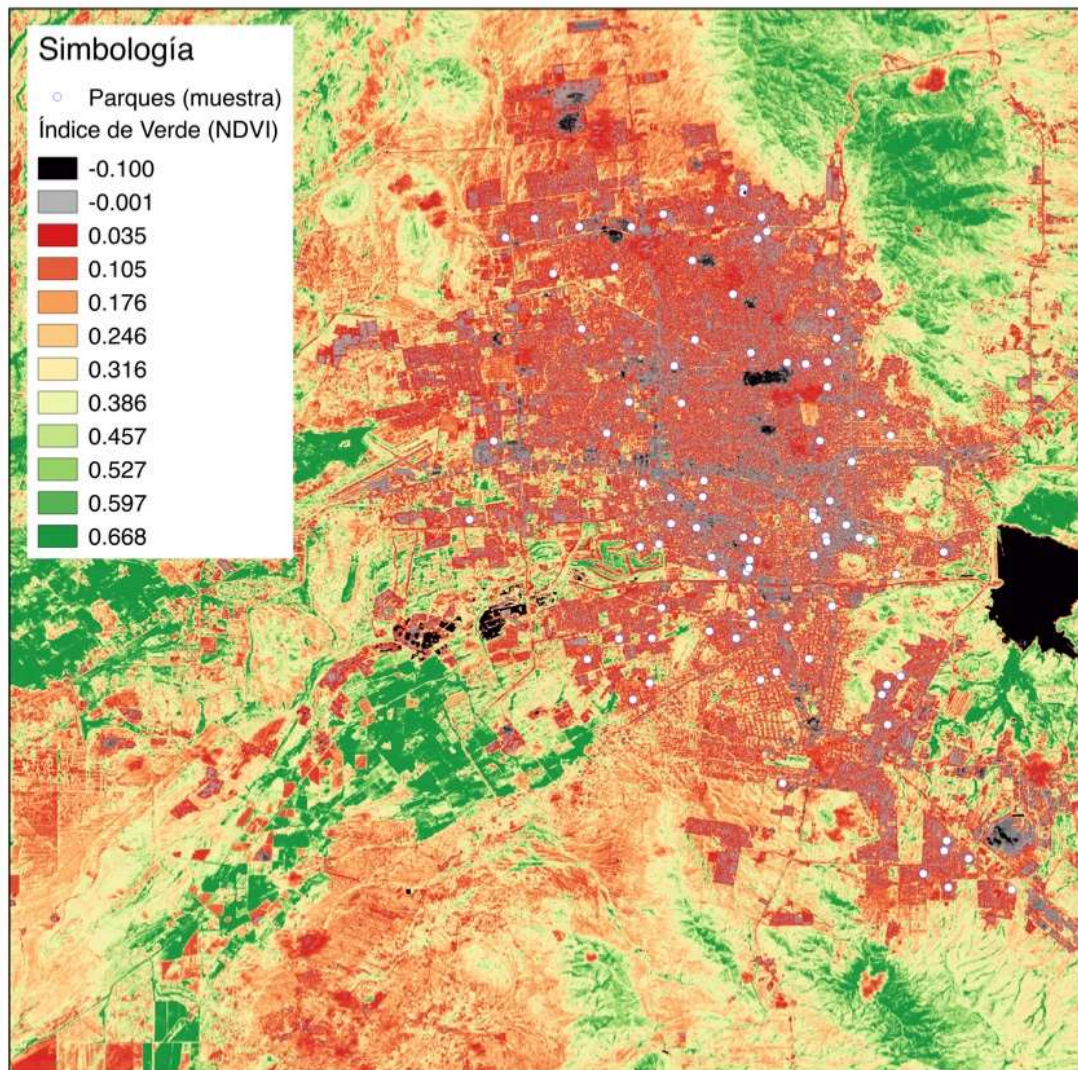
5. Utilizamos R para estimar las áreas de los parques y su respectiva superficie de cobertura verde.

```

01. #####
02. ### CARGAMOS ESTOS PAQUETES
03. #####
04. library(sp) # vector data
05. library(raster) # raster data
06. library(rgdal) # input/output, projections
07. library(rgeos) # geometry ops
08. library(spdep) # spatial dependence
09. library(maptools)
10. #####
11. # FIJAR DIRECTORIO DE TRABAJO CON LOS PARES DE ARCHIVOS SHAPEFILE
12. setwd('/Users/COLSON/Google Drive/cobertura_verde_parques')
13. # DEBES DE RESPETAR LA CONVENCION PARA NOMBRAR LOS ARCHIVOS:
14. # ID DEL PARQUE (TRES DIGITOS)
15. # GUIÓN BAJO " "
16. # "cv" PARA COBERTURA VEGETAL
17. # "at" PARA AREA TOTAL
18. # EJEMPLO: "001_at.shp" "001_cv.shp"
19. FilesSHP2=list.files(pattern = "cv.shp$", ignore.case=TRUE);FilesSHP2
20. FilesSHP1=list.files(pattern = "at.shp$", ignore.case=TRUE);FilesSHP1
21. # CREAMOS UNA TABLA PARA ALMACENAR LOS VALORES PARA CADA PARQUE
22. parques_cobertura <-data.frame(parque_id=character(length(FilesSHP1)),
23.                                cobertura_veg=numeric(length(FilesSHP1)),
24.                                stringsAsFactors = FALSE)
25. # CORREMOS ESTE LOOP PARA OBTENER LOS PORCENTAJES DE COBERTURA VEGETAL DE TODOS LOS PARQUES.
26. for (i in 1:(length(FilesSHP1))){
27.   a_total<- readShapePoly(FilesSHP1[i],proj4string=CRS("+proj=utm +zone=12 +north +ellps=WGS84"))
28.   veg<- readShapePoly(FilesSHP2[i],proj4string=CRS("+proj=utm +zone=12 +north +ellps=WGS84"))
29.   veg.area<-sapply(slot(veg, "polygons"), function(x) sapply(slot(x, "Polygons"), slot, "area"))
30.   total.area<-
31.     sapply(slot(a_total, "polygons"), function(x) sapply(slot(x, "Polygons"), slot, "area"))
32.   ##### llenamos la tabla
33.   parques_cobertura$parque_id[i]=substr(FilesSHP1[i], 1, 3)
34.   parques_cobertura$cobertura_veg[i]=(sum(veg.area)/(total.area))*100
35. }
36. # VERIFICO
   parques_cobertura

```

Anexo 6. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada de Hermosillo.



Anexo 7. Listado florístico: especies encontradas en los 112 parques de la muestra.

Nombre	Género	Especie	Origen	A	B	C
Acacia	<i>Albizia</i>	<i>lebeck</i>	Australia	1.786	0.049	0.017
Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>	México tropical	0.893	0.016	0.158
Algodoncillo	<i>Hibiscus</i>	<i>tiliaceus</i>	India	0.893	0.016	0.032
Alisos	<i>Alnus</i>	<i>glutinosa</i>	Asia	0.893	0.132	0.092
Almendrón	<i>Terminalia</i>	<i>catappa</i>	India	2.679	0.099	0.076
Amapa	<i>Tabebuia</i>	<i>spp</i>	Nativa	5.357	0.526	0.373
Árbol del fuego	<i>Delonix</i>	<i>regia</i>	Madagascar	24.107	1.842	2.260
Ayal	<i>Crescentia</i>	<i>alata</i>	México	0.893	0.016	0.065
Bagote	<i>Parkinsonia</i>	<i>aculeata</i>	Nativa	6.250	0.313	0.223
Benjamina	<i>Ficus</i>	<i>Benjamina</i>	África	22.32	1.48	2.82
Brea	<i>Cercidium</i>	<i>praecox</i>	Nativa	5.357	0.115	0.378
Bugambilia	<i>Bougainvillea</i>	<i>spectabilis</i>	América del sur	3.571	0.181	0.263
Ceiba	<i>Ceiba</i>	<i>pentandra</i>	América del sur	20.53	2.007	1.753
Chalate	<i>Ficus</i>	<i>crocata</i>	América	0.893	0.016	0.120
Corona de cristo	<i>Euphorbia</i>	<i>milii</i>	Madagascar	0.893	0.016	0.139
Erythrina	<i>Erythrina</i>	<i>faboideae</i>	Hawaii	0.893	0.016	0.137
Eucalipto	<i>Eucaliptus</i>	<i>spp</i>	Australia	31.25	4.29	2.28
Fresno	<i>Oleaceae</i>	<i>pennsylvanica</i>	Estados Unidos	5.357	0.444	0.401
Grevilea	<i>Grevillea</i>	<i>robusta</i>	Australia	2.679	0.099	0.188
Guamuchil	<i>Pitcellobium</i>	<i>dulce</i>	Nativa	27.67	1.267	2.053
Guasima	<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	Nativa	1.786	0.230	0.201
Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>	Brasil	0.893	0.016	0.199
Hule	<i>Ficus</i>	<i>carica</i>	Mediterráneo	0.893	0.016	0.210
Jacalosuchi	<i>Plumeria</i>	<i>rubra</i>	América central	2.679	0.066	0.257
Jacaranda	<i>Jacaranda</i>	<i>mimosifolia</i>	América del sur	2.679	0.099	0.258
Jano	<i>Chiliopsis</i>	<i>linniaris</i>	Nativa	0.893	0.016	0.264
Leucaena	<i>Leucaena</i>	<i>leucocephala</i>	Sur de México	10.714	0.790	0.758
Limón cítrico	<i>Citrus</i>	<i>aurantifolia</i>	América del sur	5.357	0.263	0.453
Lluvia de oro	<i>Cassia</i>	<i>fistula</i>	Egipto	4.464	0.197	0.336
Mango	<i>Mangifera</i>	<i>indica</i>	India	0.893	0.016	0.273
Mezquite	<i>Prosopis</i>	<i>spp</i>	Nativa	71.429	16.99	26.78
Mora	<i>Morus</i>	<i>nigra</i>	Asia	1.786	0.033	0.330
Moringa	<i>Moringa</i>	<i>oleifera</i>	India	2.679	0.214	0.372
Naranja agrio	<i>Citrus</i>	<i>sinensis</i>	Sureste de Asia	39.286	10.758	6.796
Neem	<i>Azadirachta</i>	<i>indica</i>	Sureste de Asia	32.143	2.912	3.736
Olivo	<i>Olea</i>	<i>europaea</i>	Europa	3.571	0.411	0.904
Olivo negro	<i>Bucida</i>	<i>buceras</i>	India	96.42	36.47	29.03
Orquídea	<i>Bauhinia</i>	<i>variegata</i>	India	0.893	0.033	0.412
Palma abanico	<i>Washingtonia</i>	<i>robusta</i>	Nativa	40.17	5.182	6.610
Palma cocotera	<i>Cocos</i>	<i>nucifera</i>	América central	0.893	0.033	0.447
Palma datilera	<i>Phoenix</i>	<i>dactylifera</i>	Golfo Pérsico	17.85	2.073	0.708
Palo colorado	<i>Caesalpinia</i>	<i>platyloba</i>	Nativa	0.893	0.016	0.443
Palo fierro	<i>Olneya</i>	<i>tesota</i>	Nativa	0.893	0.016	0.465
Palo santo/blanco	<i>Ipomoea</i>	<i>arborescens</i>	Nativa	4.464	0.115	0.720

Anexo 7. Listado florístico: especies encontradas en los 112 parques de la muestra.

Nombre	Género	Especie	Origen	A	B	C
Palo verde	<i>Cercidium</i>	<i>spp</i>	Nativa	1.786	0.099	0.490
Palo vichi	<i>Acacia</i>	<i>willardina</i>	Nativa	11.607	0.987	1.173
Palo zorrillo	<i>Roupala</i>	<i>montana</i>	Nativa	0.893	0.016	0.498
Pingüica	<i>Ethretia</i>	<i>tinifolia</i>	India	25.893	2.221	2.228
Pino casuarino	<i>Casuarina</i>	<i>equisetifolia</i>	Australia	5.357	0.378	0.589
Pino planchado	<i>Thuja</i>	<i>occidentalis</i>	Europa	8.036	1.003	0.909
Pino salado	<i>Tamarix</i>	<i>spp</i>	Eurasia	10.714	0.625	0.726
Piocha	<i>Melia</i>	<i>azedarach</i>	Asia	0.893	0.016	0.527
Plumeria	<i>Plumeria</i>	<i>acutifolia</i>	Hawaii	0.893	0.016	0.539
Pochote	<i>Ceiba</i>	<i>pentandra</i>	México tropical	0.893	0.049	0.547
Tamarindo	<i>Tamarindus</i>	<i>indica</i>	África tropical	0.893	0.049	0.582
Tepehuaje	<i>Lysiloma</i>	<i>paradisi</i>	Asia	19.643	2.073	2.082
Tesota	<i>Acacia</i>	<i>occidentalis</i>	Nativa	1.786	0.082	0.808
Torote priteto	<i>bulcera</i>	<i>laxiflora</i>	Nativa	2.679	0.197	0.720
Uvalama	<i>Vitex</i>	<i>mollis</i>	Nativa	0.893	0.016	0.604
Vinorama	<i>Acacia</i>	<i>farnesiana</i>	Nativa	1.786	0.230	0.667
Yuca	<i>Yuca</i>	<i>spp</i>	América norte	0.893	0.033	0.617
Yucateco	<i>Ficus</i>	<i>nitida</i>	Sur de Asia	27.679	1.694	4.348
NI1				0.893	0.016	0.456
NI2				0.893	0.099	0.381
NI3				0.893	0.049	0.380
NI4				0.893	0.016	0.349
NI5				0.893	0.016	0.341
NI6				0.893	0.049	0.334
NI7				0.893	0.016	0.324
NI8				1.786	0.033	0.179

A: frecuencia; B: abundancia total; C: abundancia promedio; NI: No Identificado (especies no nativas)

Anexo 8. Reporte fotográfico (fotografías tomadas por Magdalena Bernal 2017).

Usos socialmente deseados.

A



B



A: Parque bugambilias, se observan personas caminando, árboles, alumbrado público, rampas, banquetas en buen estado y un vendedor ambulante; B: Parque bugambilias, se observan personas jugando basquetbol, árboles, alumbrado y bancas.

Usos socialmente deseados (continuación).

A



B



C



A: Parque Bugambilias, se observan personas paseando mascotas y conviviendo; infraestructura diversa: bancas, botes de basura, palapa y árboles; B: Parque Bugambilias, se observan personas conviviendo y caminando, bancas, juegos infantiles predomina el suelo desnudo; C: Parque Bugambilias, se observan infraestructura deportiva y personas haciendo uso de ella en zona arbolada.

Señalamientos.

A



B



C



D



E



F



A: Parque Bugambilias, se observa señalamiento donde se solicita recoger los desechos de las mascotas y cuidar el parque; B: Parque Justo Sierra, se observa señalamiento donde se solicita recoger los desechos de las mascotas; C: Parque Leona Vicario, se observa señalamiento donde se indica horario colegio; D: Parque Staus, se observa señalamiento donde el parque fue adoptado por un colegio; E: Parque Quinta Canoras, se observa señalamiento donde se solicita recoger los desechos de las mascotas ; F: Deportivo Reforma, se observa señalamiento, donde se prohíbe la entrada de vendedores ambulantes, mascotas, bebidas alcohólicas y fumar.

Vandalismo.

A



B



C



D



A: Parque Reynalda, se observa cableado eléctrico robado; B: Parque Garmendia, se observa bote de basura sin bolsa; C: Parque Lomas de Madrid, se observa bebedero con fuga; D: Parque Lomas de Madrid, se observa cerca rota.

Vandalismo (continuación).

A



B



C



A: Parque Carmen Serdán, se observa banca grafiti; B: Parque Emiliana de Zubeldía, se observa busto de Emiliana de Zubeldía con grafiti; C: Parque Lomas de Madrid, se observa recinto cultural con grafiti.

Presencia de personas en situación de calle.

A



B



C



A: Parque Fátima, se observa persona en situación de calle descansando; B: Parque Reynalda, se observan personas en situación de calle ingiriendo bebidas alcohólicas; C: Parque Villa Sonora, se observa persona en situación de calle aseándose.

Arbolado.

A



B



C



D



A: Parque Bugambilias, se observa presencia de naranjo argio; B: Parque Padua, se observan árboles de olivo negro; C: Parque Alto Valle, se observa una especie de mezquite; D: Bachoco, se observa árbol de eucalipto con basura.

Arbolado (continuación).

A



B



A: Parque Pitic, se observa especie desconocida, no nativa; B: Parque Ignacio Zaragoza, se observan naranjos agrios y ceibas de gran tamaño.