

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**



**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE TRES  
PARQUES URBANOS EN SAN PEDRO GARZA GARCÍA, NUEVO LEÓN**

**TESIS**

Como requisito parcial para obtener el grado de  
**MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

**PRESENTA**

**ING. FORESTAL ALFREDO LÓPEZ CASTILLO**

**Linares, Nuevo León, México**

**Julio del 2020**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

**SERVICIOS ECOSISTEMICOS Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE TRES  
PARQUES URBANOS EN SAN PEDRO GARZA GARCÍA, NUEVO LEÓN**

**TESIS**

Como requisito parcial para obtener el grado de  
**MAESTRIA EN CIENCIAS FORESTALES**

**PRESENTA**

**ING. ALFREDO LÓPEZ CASTILLO**

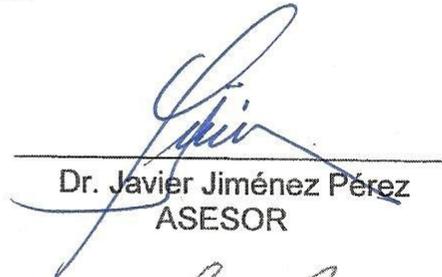
**COMITE**



Dr. Ricardo López Aguillón  
DIRECTOR



Dr. Eduardo J. Treviño Garza  
ASESOR



Dr. Javier Jiménez Pérez  
ASESOR



Dr. Glafiro J. Alanís Flores  
ASESOR EXTERNO



MFS Salvador E. Alemany Merly  
Texas A&M Forest Service  
ASESOR EXTERNO

## DEDICATORIA

*A mi Esposa Dalila por formar parte importante en mi vida personal y profesional, por estar conmigo en todo momento y alentarme en los momentos difíciles y felices.*

*A mis hijos Sugeyrí, Liam y Yoan son mi inspiración para seguir creciendo y superándome en la vida.*

*A mis padres Juan y Cecilia por brindarme su amor, cariño, vivencias, pero lo más importante, el que nunca me dejaron caer ante las adversidades, gracias por sus palabras y consejos los quiero.*

*A mi hermano y hermanas por apoyarme y darme palabras alentadoras para terminar esta nueva etapa de mi vida que recordare para toda la vida.*

*A mi familia Castillo Moreno por tantos momentos de risas, regaños y momentos inolvidables. Pero en especial a Roberto Castillo Moreno ya que ha formado parte importante de mi vida, lo digo porque gracias a sus enseñanzas, consejos, anécdotas y apoyo incondicional y desinteresado ha formado una persona de bien, además que es considerado como un padre para mí, en lo personal, gracias por todo que Dios lo bendiga siempre.*

*A mis compañeros Víctor, Nemesio, Miguel y Eva que son considerados como una tercera familia para mí y con los cuales pase buenos momentos, pero más que nada gracias por brindarme su amistad. Tengan en mente que no los olvidaré y recuerden que en mi tiene más que un simple amigo, en mi encontrarán un hermano.*

**GRACIAS Y BENDICIONES PARA TODOS.**

## AGRADECIMIENTOS

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo para la elaboración, desarrollo y termino de la investigación.*

*A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León.*

*Al comité de tesis, donde cada uno de los integrantes creó un ambiente de confianza y responsabilidad para el desarrollo de este trabajo.*

*Al Dr. Ricardo López Aguillón, quien me dirigió, asesoró y apoyo esta tesis, con amistad, confianza, tiempo, dedicación y perseverancia, para la culminación del presente trabajo.*

*Al Dr. Eduardo J. Treviño Garza por la disposición de tiempo para supervisar los avances y observaciones para el término del presente trabajo.*

*Al Dr. Glafiro J. Alanís Flores quien me compartió tiempo, confianza, amistad, conocimiento y enriquecimiento del mismo para el desarrollo y culminación de la investigación. (Q.E.P.D.)*

*Al Dr. Javier Jiménez Pérez por la disponibilidad en la asesoría y revisión de la tesis.*

*Al MFS Salvador E. Alemany Merly y al Texas A&M Forest Service por la estancia y capacitación sobre la metodología y aplicación de la valoración del arbolado urbano.*

*Al Dasonomo Urbano de la Cd de McAllen Marck kroeze por la capacitación en campo y oficina donde se adquirido el aprendizaje para manipular el software i-tree.*

*Al Biólogo Jorge Luis Flores Rodríguez por su colaboración y ayuda que me prestó en campo y supervisión del presente trabajo y la misma terminación del mismo.*

## Índice General

Índice de Tablas .....	VI
Índice de Figuras .....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT .....	VIII
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Hipótesis.....	3
1.2 Objetivo. ....	3
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
3. METODOLOGÍA.....	7
3.1 Área de estudio.....	7
3.2 Riqueza y Diversidad.....	11
3.3 Indicadores Ecológicos.....	11
3.4 Contenido de carbono. ....	13
3.4.1. Biomasa aérea viva.....	13
3.4.2. Concentración de Carbono (%)......	14
3.5 Valoración económica. ....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	16
4.1 Riqueza específica.....	21
4.2 Diversidad de especies. ....	22
4.3 Indicadores ecológicos por parque urbano. ....	23
4.4 Biomasa aérea viva.....	33
4.5 Contenido de carbono.....	34
4.6 Servicios ecosistémicos .....	35
4.7 Valoración económica.....	37
5. CONCLUSIONES.....	38
6. BIBLIOGRAFIA.....	39

## Índice de Tablas

Tabla 1. Listado de especies encontradas en los 3 parques. ....	20
Tabla 2. Indicadores ecológicos de cada parque sujeto a la presente investigación.....	32
Tabla 3. Matriz de servicios ecosistémicos.....	35

## Índice de Figuras

Figura 1. Municipio de San Pedro Garza García. ....	7
Figura 2. Parque Rufino Tamayo.....	8
Figura 3 Parque Bosques del Valle. ....	9
Figura 4. Parque Manuel J. Clouthier. ....	10
Figura 5. Índice de riqueza específica. ....	21
Figura 6. Índice de diversidad. ....	22
Figura 7. <i>Fraxinus berlandieriana</i> . ....	23
Figura 8. <i>Celtis laevigata</i> . ....	24
Figura 9. <i>Leucaena leucocephala</i> . ....	25
Figura 10. Biomasa aérea viva. ....	33
Figura 11. Contenido de carbono. ....	34

## RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron tres parques urbanos, con diferentes planes de gestión dentro del municipio de San Pedro Garza García. Donde se determinó la riqueza específica, diversidad de especies, indicadores ecológicos, biomasa aérea viva, contenido de carbono con los cuales determinaron un panorama más completo para obtener los servicios ecosistémicos que aportan, así como la valoración económica por medio de software i-tree (Eco-tree). Con lo que se pretende que esta investigación sea tomada como un instrumento de planeación y gestión de los futuros parques urbanos, los cuales serán establecidos en las ciudades bajo la aplicación de los fundamentos legales correspondientes en materia de arbolado urbano a nivel municipal y estatal.

## **ABSTRACT**

In the present investigation, three urban parks were evaluated, with different management plans within the municipality of San Pedro Garza Garcia. Where the specific richness, species diversity, ecological indicators, living aerial biomass, carbon content were determined, with which they determined a more complete panorama to obtain the ecosystem services they provide, as well as the economic valuation through i-tree software (Eco-tree). With the intention that this research be taken as an instrument of planning and management of future urban parks, which will be established in the cities under the application of the corresponding legal foundations on urban trees at the municipal and state level.

## 1. INTRODUCCION.

La Dasonomía urbana o en inglés “Urban Forestry”, es una rama de la dasonomía que se encarga de la planeación y el diseño de los paisajes urbanos. Se enfoca en el manejo y mantenimiento adecuado de las especies arbóreas que contribuyen al desarrollo de la sociedad urbana desde el punto de vista recreativo, estético y de salud. El término fue establecido en 1965 por la Universidad de Toronto en Canadá y por Jorgensen en 1970 (Grey y Deneke, 1986); una rama que se desprende de esta es la arboricultura definida como la ciencia que maneja en forma individual al árbol y establece los lineamientos y consideraciones en el manejo y cuidado de áreas verdes (Tovar-Rodríguez, 2005).

La dasonomía urbana involucra las plantaciones urbanas y sus aspectos administrativos, la planeación de sus áreas verdes, la distribución de individuos y de especies de acuerdo a las necesidades locales (Romero, 1994), para entender de lleno el impacto del desarrollo urbano en la vegetación y en otros sistemas naturales, es importante conocer la historia de la urbanización, cómo ha influenciado los patrones de desarrollo en el paisaje urbano, que interacción tienen las residencias urbanas con los paisajes rurales, y qué puede ser proyectado en un futuro de la vida urbana (Miller, 1997).

La presencia de vegetación en las ciudades altera el balance energético del clima a escala local, provocando variaciones en la radiación solar que llega a la superficie, en la velocidad y dirección del viento, en la temperatura y en la humedad del aire. Estos efectos, aunque limitados, contribuyen en gran medida a mejorar la sensación de confort en los espacios exteriores urbanos, así como amortiguar el impacto de los elementos climáticos sobre los edificios (Ochoa, 2009).

Es fundamental para avanzar en el conocimiento de las causas de los problemas ambientales y precisar, aún más, su impacto en las condiciones de salud de la población; orientar positivamente la genuina preocupación social que hoy existe por la ecología, exponiendo con claridad las necesidades y desafíos; e, inducir cambios en las prácticas y estilos de vida que se traduzcan, en un reencuentro con la naturaleza y un aprovechamiento racional de los elementos que pone a nuestro alcance, las soluciones para el cambio de la calidad de vida urbana, es necesario reexaminar con más detalle los numerosos beneficios y servicios que se derivan de los hábitats naturales y semi-naturales en y alrededor de las ciudades (Carreiro, 2008).

Esta nueva apreciación de la incorporación de más naturaleza en el diseño urbano no se produjo de la noche a la mañana, se ha venido desarrollando durante más de un siglo. Desde mediados del siglo XIX, nuestra necesidad instintiva para la inclusión de plantas en nuestras ciudades ha traído como resultado varios movimientos de embellecimiento en los Estados Unidos y Europa, creando parques y jardines públicos en muchas de sus ciudades (Schmid, 1975; Konijnendijk et al., 2006).

El desarrollo armónico y sostenible de las ciudades exige poner en valor los beneficios medioambientales que aporta el arbolado urbano dentro de la ciudad, además de otros valores que hacen destacar el nivel de calidad de vida (Orta 2006).

El manejo del arbolado urbano incluye trabajos de mantenimiento con derribos, podas, aclareos y otros tratamientos silvícolas que indudablemente producen grandes cantidades de madera que, aunque no es de buena calidad si se puede servir para la elaboración de materiales para la construcción como las cimbras, polines y guardaras; abonos, bancos para carnicerías, bisagras, mulch, materia prima para artesanías y florerías y leña para combustible. Esto redundará en menor presión sobre los bosques aledaños a la ciudad y por consiguiente en su conservación, siendo además fuente de empleos. Actualmente en la ciudad de México gran cantidad de estos materiales son llevados diariamente a los rellenos sanitarios (Rivas-Torres, 2001).

La planificación de las futuras zonas verdes debe ser considerada y plantearse como objetivo que el verde urbano alcanza un alto grado de entramado permitiéndoles integrarles en el desarrollo y planificación de las ciudades con criterios de sostenibilidad dando respuesta a la evidente preocupación social que existe sobre las condiciones actuales y futuras de estas pequeñas porciones de naturaleza llamadas “Áreas Verdes” (Orta, 2006).

## **1.1 Hipótesis.**

- Existe diferencia en los servicios ecosistémicos y valoración económica de 3 parques urbanos de acuerdo a su ubicación y gestión por parte del municipio de San Pedro Garza García.

## **1.2 Objetivo.**

### **1.2.1. General.**

- Estimar la riqueza, diversidad, indicadores ecológicos, contenido de carbono y valoración económica de tres parques urbanos de acuerdo a su ubicación y gestión dentro del municipio de San Pedro Garza García.

## 2. REVISION DE LITERATURA.

Más de la mitad de la población mundial vive en las ciudades (Dye, 2008) y se espera un aumento mayor que puedan vivir en el año 2050 (ONU, Naciones Unidas, 2010). Esta concentración de la población en paisajes urbanos dominado por la tecnología y la infraestructura ha fomentado la concepción de una sociedad urbana que se desacopla cada vez más y es independiente de los ecosistemas. Sin embargo, las demandas de capital y servicios de los ecosistemas naturales siguen aumentando de manera constante en nuestro planeta urbanizado (Ayres y van den Bergh, 2005; Guo et al, 2010; Krausmann et al, 2009).

Esta creciente urbanización modifica radicalmente la ecología del paisaje. Los efectos incluyen la alteración del hábitat, tales como la pérdida y la fragmentación de la vegetación natural, y la creación de dos tipos de hábitats nuevos (Wood y Pullin, 2000); (Donovan et al, 2005; Bonan, 2000).

La literatura del bosque urbano sustancial se ha centrado en los efectos de la estructura del ecosistema forestal urbano en funciones tales como la contaminación del aire, eliminación de los contaminantes de la atmósfera, incluido el ozono ( $O_3$ ), Dióxido de azufre ( $SO_2$ ), El dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), Monóxido de carbono (CO) y partículas menores a 10 micras ( $PM_{10}$ ) (Nowak, 1994a; Escobedo et al, 2008), la interceptación de las aguas pluviales, y la sombra de árboles (Cavanagh et al., 2009; Escobedo et al, 2008;. Jim y Chen, 2009; McPherson et al, 1998; Nowak y Dwyer, 2000; Nowak et al, 2002, 2006; Yang et al., 2005).

Sin embargo, otros estudios han modelado el flujo, deposición, intercepción y dispersión de los contaminantes por los árboles y se han utilizado árboles modelos individuales, basados en procesos alométricas dentro del ecosistema para estimar el secuestro de  $CO_2$  del bosque (Brack, 2002; Cavanagh et al, 2009; Nowak y Crane, 2002; Yang et al, 2005).

Por otro lado, la mayoría de los estudios sobre el tema se han centrado en un solo ecosistema servicios y / o dimensiones de valor. Por ejemplo, los servicios de los ecosistemas proporcionados por los espacios verdes urbanos llevan consigo importantes repercusiones económicas, tanto a nivel local y regional (Chee, 2004; Farber et al, 2006). Estos incluyen implicaciones para la adquisición de una casa o predio, costos de iluminación, refrigeración y calefacción de edificios (Luttik, 2000; Tyrväinen y Miettinen, 2000; Morancho, 2003; CABE espacio, 2004), sin embargo, estos espacios verdes contribuyen al bienestar físico y mental de las personas que viven en zonas urbanas (Chiesura, 2004; Takano et al, 2002; de Vries et al, 2003), al igual estos espacios se vuelven un tema importante para la equidad social (Whitford et al, 2001; Pauleit et al, 2005).

Otras investigaciones se han esforzado para avanzar en nuestra comprensión de los servicios de los ecosistemas urbanos en su medio físico (Escobedo et al, 2011; Pataki et al, 2011), Económicos (Jim et al., 2009; Sander et al, 2010), y las dimensiones socio-culturales (Chiesura, 2004; Andersson et al, 2007; Barthel et al, 2010). Estos servicios proporcionados en las zonas urbanas fueron abordados por las grandes iniciativas como la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (McGranahan et al., 2005) Y La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB, La Economía de los Ecosistemas y de la Biodiversidad, 2011), gracias a esto se ha recibido una creciente atención como parte del debate político sobre la infraestructura verde. Sin embargo, en comparación con otros ecosistemas como humedales o bosques, la atención prestada a los ecosistemas urbanos es relativamente modesta.

Finalmente, estos estudios se enfocan específicamente en la conservación de la biodiversidad, donde los valores son a menudo difíciles de describir en términos económicos. Sin embargo, las crecientes tasas de la urbanización, la falta de priorización de la conservación de los árboles por la ciudad, la inclusión de los árboles por los tomadores de decisiones en las políticas ambientales, y un abandono generalizado de los costos asociados a los bosques urbanos ponen en duda la hipótesis de que el efecto neto de los bosques urbanos en la calidad del medio

ambiente es siempre positivo (De Groot et al, 2002; Abel et al, 2003; Chee, 2004; Groffman et al, 2004;.Eamus et al, 2005; Kremen, 2005; Mil- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005; Farber et al, 2006). Esta falta de comprensión de la distribución de la biodiversidad y la dinámica de los parques urbanos hace que sea muy difícil la planificación de las estrategias para la conservación de estos ecosistemas urbanos (Alvey 2006; Weifeng et al. 2006; Jim and Chen 2009).

### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1 Área de estudio.

La presente investigación se desarrolló, en tres parques urbanos dentro del municipio de San Pedro Garza García, Nuevo León, los cuales en conjunto conforman una superficie de 25.818 hectáreas, dichos parques se sitúan entre los 603 y 699 metros sobre nivel del mar. El clima predominante corresponde a BS1 (h´) hw” (e). - Sub seco, Sub cálido, con lluvias en verano y un porcentaje de precipitación invernal entre el 5 y el 10 %. La temperatura media anual es 22° C y la precipitación media anual es 634.1 mm, (CETENAL e Instituto de Geografía de la U.N.A.M., 1980; Velazco, 2009). Los suelos corresponden a luvisoles y litosoles (Medrano, 2003).

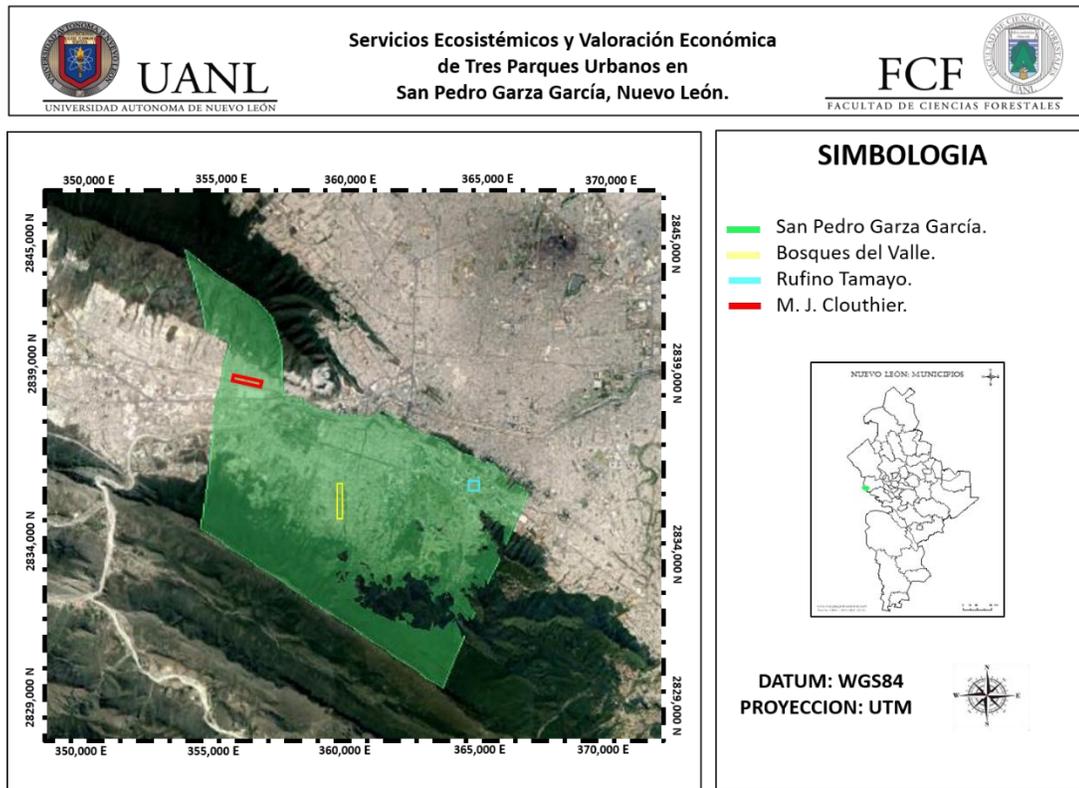


Figura 1. Municipio de San Pedro Garza García.

A continuación, se presentan las particularidades de cada parque sujetos a tema de la presente investigación:

**El Parque Rufino Tamayo;** perteneciente al distrito Valle Oriente, que se encuentra a los 7 kilómetros al este de la cabecera municipal de San Pedro Garza García. Sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 25° 38' 44.05", al sur 25° 38' 36.44" de la latitud norte; y al este 100° 19' 31.99", al oeste 100° 19' 49.60" de longitud oeste y posee una altitud de 603 a 608 metros sobre nivel del mar. Cuenta con una extensión territorial de 8.713 ha, lo que representa 0.12% de la superficie total del municipio.

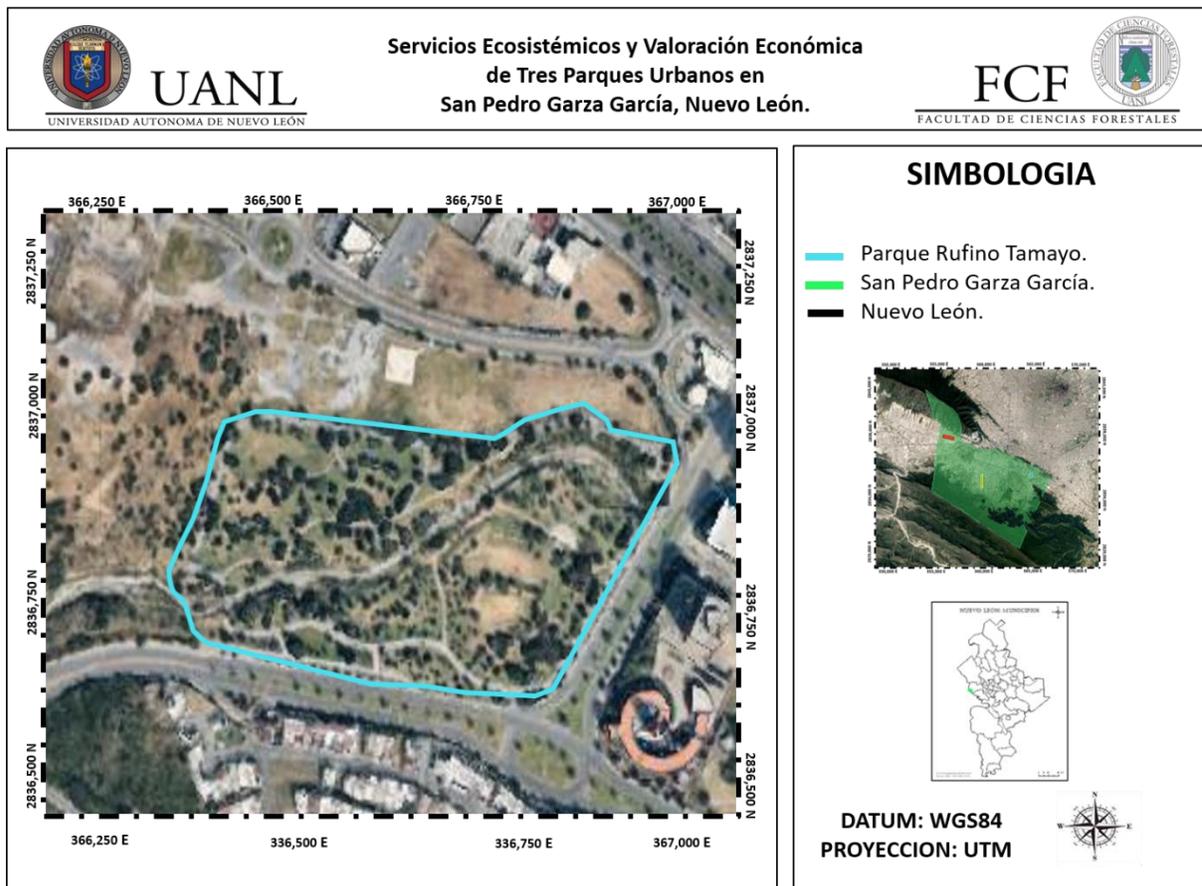


Figura 2. Parque Rufino Tamayo.

**El Parque Bosques del Valle;** perteneciente al distrito Lomas, se encuentra a los 5 kilómetros al sureste de la cabecera municipal de San Pedro Garza García. Sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 25° 38' 54.60", al sur 25° 38' 13.40" de la latitud norte; y al este 100° 22' 31.40", al oeste 100° 22' 38.15" de longitud oeste y posee una altitud de 638 a 699 metros sobre nivel del mar. Cuenta con una extensión territorial de 11.435 ha, lo que representa 0.15% de la superficie total del municipio.

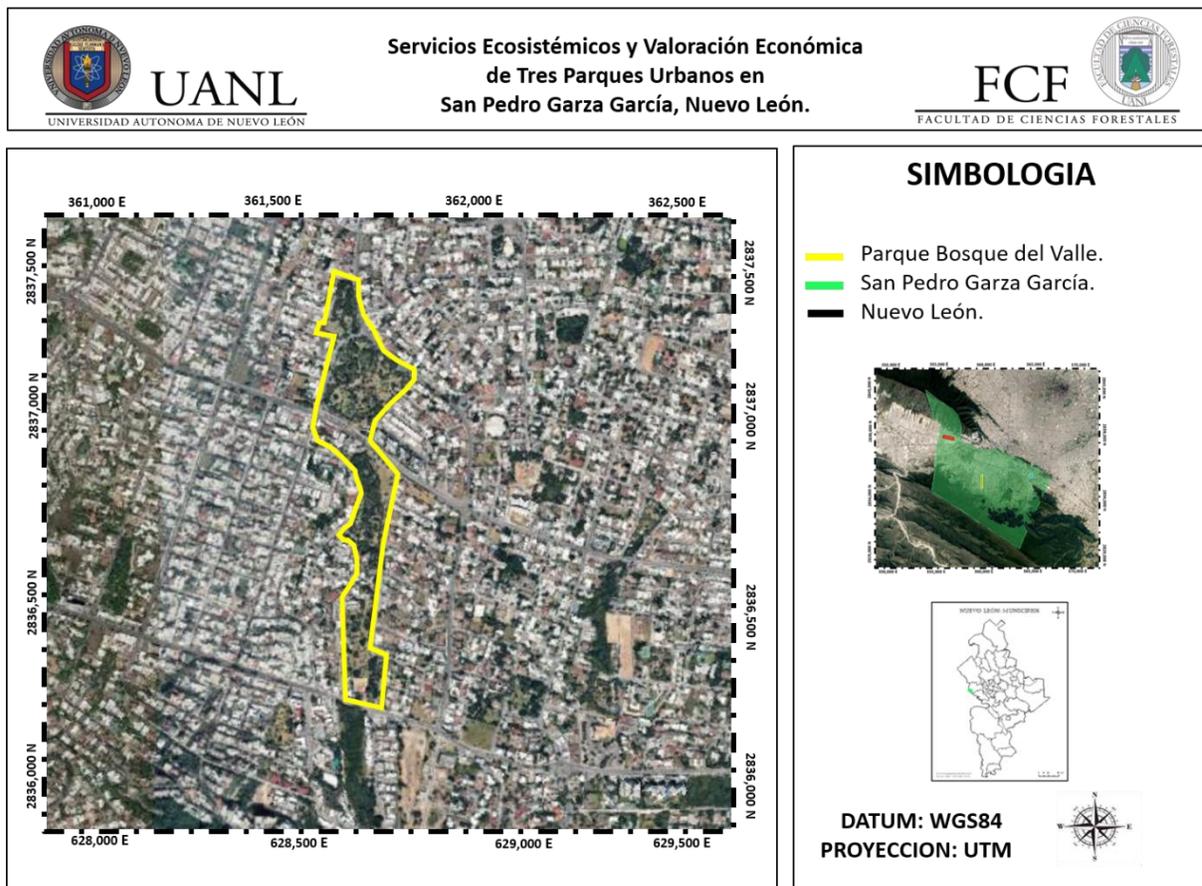


Figura 3 Parque Bosques del Valle.

**El Parque Manuel J. Clouthier;** perteneciente al distrito El Obispo, se encuentra a los 2 kilómetros al norte de la cabecera municipal de San Pedro Garza García. Sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 25° 38' 54.60", al sur 25° 40' 35.78" de la latitud norte; y al este 100° 23' 54.80", al oeste 100° 25' 03.85" de longitud oeste y posee una altitud de 620 a 645 metros sobre nivel del mar. Cuenta con una extensión territorial de 5.670 ha, lo que representa 0.07% de la superficie total del municipio.

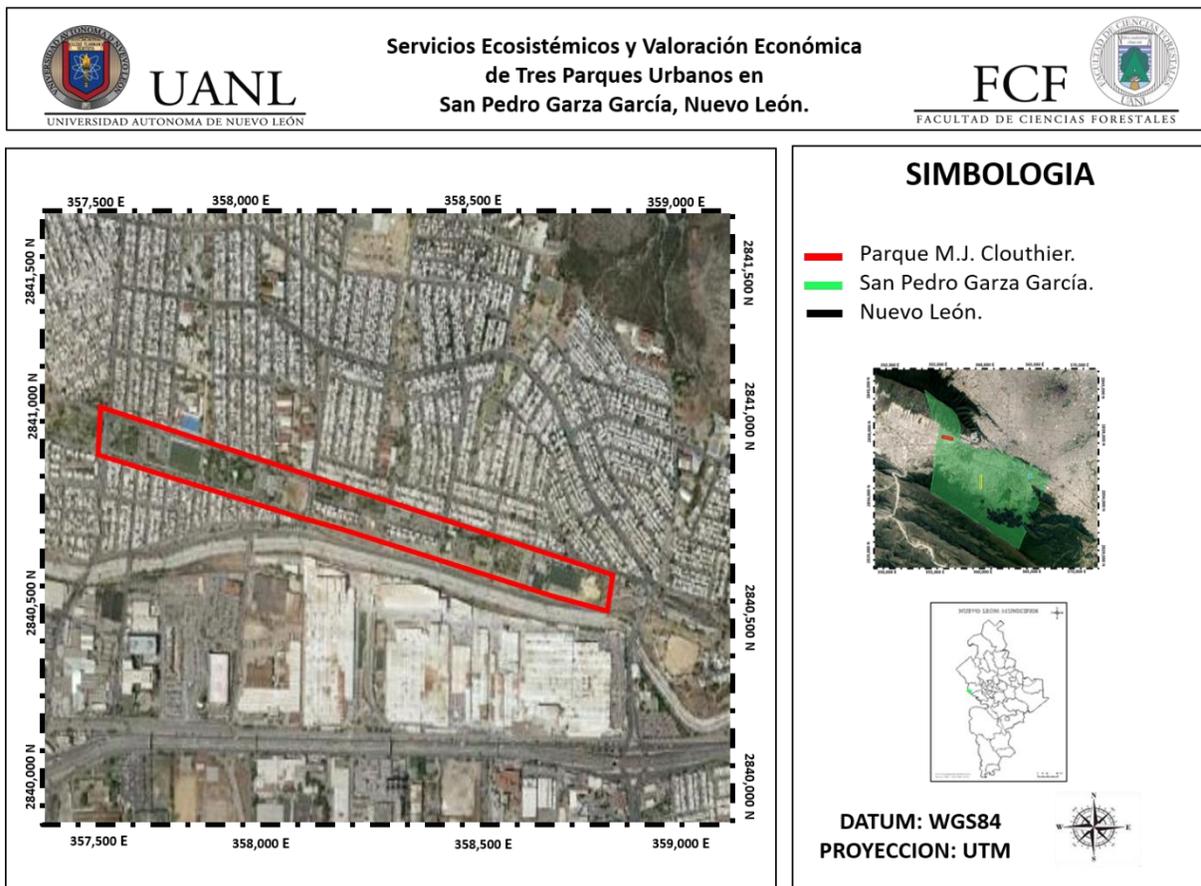


Figura 4. Parque Manuel J. Clouthier.

Para cumplir con los objetivos planeados se seleccionaron tres parques urbanos con diferentes ubicación y gestión por el municipio de San Pedro Garza García, para lo cual esta investigación presenta la secuencia de cada fase de esta investigación desarrollada para la obtención, análisis e interpretación de los datos.

**Análisis de la vegetación:** se realizó un inventario total de los individuos presentes en campo para caracterizar la composición y estructura de la vegetación arbórea de las áreas de objeto de estudio. En cada parque se les efectuaron mediciones dasométricas del diámetro basal ( $d_{0.10}$ ) mayor a cinco centímetros, de la superficie de copa midiendo el espacio de copa que ocupa en sentido norte-sur y este-oeste, y la altura total. Para determinar lo siguiente:

### 3.2 Riqueza y Diversidad.

Para estimar la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon & Weiner ( $H'$ ) (1948) y para la riqueza de especies se utilizó el índice de Margalef ( $D_{Mg}$ ) mediante las siguientes ecuaciones:

$$D_{Mg} = \frac{(s-1)}{\ln(N)} \quad [1]$$

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i) \quad [2]$$

$$p_i = n_i / N$$

Donde  $S$  es el número de especies presentes,  $N$  es el número total de individuos y  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ .

### 3.3 Indicadores Ecológicos.

Se determinaron parámetros ecológicos a cada una de las especies censadas como la abundancia de acuerdo al número de las especies (ecuación 3), la dominancia en función de la cobertura de la copa (ecuación 4.) y la frecuencia en base a su existencia

en el sitio de muestreo (ecuación 5). Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de taxón denominado Índice de Valor de Importancia (IVI), que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100 (ecuación 6), (Martínez, 2013).

Para la estimación de la abundancia relativa se empleó la siguiente ecuación:

$$AR_i = \left( \frac{A_i}{\sum A_i} \right) * 100 \quad [3]$$
$$i = 1 \dots n$$

Donde  $AR_i$  es la abundancia relativa de la especie  $i$  respecto a la abundancia total y  $A_i$  es la abundancia absoluta de la especie  $i$  (N/ha). La dominancia se evaluó mediante la ecuación:

$$DR_i = \left( \frac{D_i}{\sum D_i} \right) * 100 \quad [4]$$
$$i = 1 \dots n$$

Donde  $DR_i$  es la dominancia relativa de la especie  $i$  respecto a la dominancia total y  $D$  es la dominancia absoluta de la especie  $i$  (m<sup>2</sup>/ha). La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$F_i = \left( \frac{f_i}{N} \right) * 100$$
$$FR_i = \left( \frac{F_i}{\sum F_i} \right) * 100 \quad [5]$$
$$i = 1 \dots n$$

Donde  $F_i$  es la frecuencia absoluta  $f_i$  es el número de sitios en la que está presente la especie  $i$ ,  $N$  es el número de sitios de muestreo y  $FR_i$  es la frecuencia relativa de la especie  $i$  respecto a la frecuencia total. El índice de valor de importancia (IVI) se define como en la ecuación:

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3} \quad [6]$$

### 3.4 Contenido de carbono.

Para determinar el contenido de carbono se obtuvo de la relación de la biomasa aérea por la concentración de carbono de las especies.

$$\text{Contenido de carbono} = B * CC$$

Donde; B = biomasa aérea (peso seco de los árboles y/o arbustos, kg) y CC = concentración de carbono (%).

#### 3.4.1. Biomasa aérea viva.

Para determinar el cálculo de la biomasa aérea viva se aplicaron las siguientes ecuaciones alométricas (Navar *et al.*, 2004, Navar, 2009).

##### Ecuación para especies del matorral:

$$\begin{aligned} \text{Tab} = & (0.026884 + 0.001191 \text{Db}^2 \text{H} + 0.044529 \text{Db} - 0.01516 \text{H}) + (1.025041 + \\ & 0.023663 \text{Db}^2 \text{H} - 0.17071 \text{H} - 0.09615 \text{LN}(\text{H})) + (-0.43154 + 0.011037 \text{Db}^2 \text{H} + \\ & 0.113602 \text{Db} + 0.307809 * \text{LN}(\text{Db})). \end{aligned}$$

##### Ecuación para yucas:

$$\text{Tab} = \exp(0.360 + 1.218 * \text{Ln}(\text{H}) + 0.325)$$

Dónde: Tab= biomasa total aérea (kg), Db= diámetro basal (cm), H= altura total (m)

##### Fraxinus spp

$$B = 0.2361 * d_2^{2.187}$$

Dónde: B= biomasa, d2= diámetro altura de pecho al cuadrado.

##### Pinus spp

$$B = 0,1229 d^{2,3964}$$

Dónde: B= biomasa, d= diámetro altura de pecho.

##### Quercus spp

$$B = 0.1033 * \text{DN}^{2.39}$$

Dónde: B= biomasa, DN= diámetro altura de pecho.

**Leucaena leucophala**

$$B = 116.5 + 131.5 \cdot d_{30}$$

**Dónde:** B= biomasa, DN= diámetro altura de pecho.

**Ecuación propuesta por el IPCC (2005).**

$$B = \exp[-2.289 + 2.649 \cdot \ln(DAP) - 0.021 \cdot \ln(DAP^2)]$$

**Dónde:** B= biomasa, exp= exponente, ln= logaritmo natural, DAP= diámetro altura de pecho.

### 3.4.2. Concentración de Carbono (%).

La concentración de carbono considerada para la biomasa aérea de las especies arbóreas se muestra abajo, en el caso de no existir datos específicos en la literatura. El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 1996) recomienda, considerar que todas las especies contienen el 50% de CO<sub>2</sub>.

Espece	Porcentaje de carbono
<i>Acacia farnesiana</i>	44.5 %
<i>Acacia rigidula</i>	44.9 %
<i>Cordia boissieri</i>	44.2 %
<i>Eucalyptus spp.</i>	47.5 %
<i>Forestiera angustifolia</i>	47.0 %
<i>Fraxinus spp.</i>	47.8 %
<i>Havardia pallens</i>	46.4 %
<i>Pinus pseudostrobus</i>	50.3 %
<i>Pinus teocote</i>	47.4 %
<i>Quercus canbyi</i>	49.1 %
<i>Quercus rysophylla</i>	47.9 %
<i>Quercus spp</i>	47.2 %
<i>Otras especies</i>	50.0 %

**Análisis Eco-tree:** Por medio de un oficio girado a la Ing. Armandina Valdez Cavazos (Responsable del Área de Contaminación Atmosférica), de la Secretaria de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León, se solicitó la base de datos de los parámetros contaminantes atmosféricos a evaluar (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) de la estación sureste de los años 2009 y 2010, esto con la finalidad de formar una base de datos compatibles para ser analizada dentro del Software i-tree, dentro de su apartado Eco-tree.

### 3.5 Valoración económica.

Para determinar la valoración económica de los parques urbanos con el software i-tree, se realizó lo siguiente: se conformó una base con variables **Dasométricas** (altura total, altura comercial, diámetro altura de pecho, cobertura mínima y cobertura máxima), **Estado Fitosanitario** (presencia o ausencia de enfermedades, hongos e insectos), **Condición del arbolado** (buena, mala, regular), **Condición de plantado** (semillas, plántula, replante, reubicado, reposición), **Estatus del Arbolado** (nativo, exótico), **Uso de suelo** (residencial, habitacional. comercial, industrial, uso múltiple), **Datos atmosféricos** (precipitación, humedad, temperaturas, vientos), **Parámetros de Contaminación Ambiental** (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>), **Número de habitantes**, **Consumo de electricidad, Infraestructura, municipio.**

Con la información mencionada anteriormente dentro de la plataforma, esta misma realiza el análisis por medio de ecuaciones y ajuste matemáticos, arrojando un reporte referente a:

- Número de individuos.
- Número de individuos por uso de suelo.
- Diversidad.
- Consumo eléctrico por uso de suelo.
- Captura de contaminantes atmosférico por especie y por parque.
- Contenido de carbono por especies y por parque.
- Valoración estructural y económica.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Tomando en consideración los tres parques urbanos, se registraron 97 especies distribuidas en 37 familias y 66 géneros. Las familias más representativas son *Fagaceae* con 9 especies, *Fabaceae* con 7 especies, *Oleaceae* con 6 especies *Arecaceae*, *Moraceae*, *Salicaceae* compartiendo 5 especies, y el género con más especies es *Quercus* (9), *Pinus*, *Fraxinus* (4), *Acacia*, *Eucalyptus*, *Populus* (3) (**tabla 1**). Resultados similares a los que reporta Alanís (2005) para el AMM, en donde las familias más representativas y con mayor número de especies son *Fagaceae*, *Oleaceae* y *Pinaceae*, Mientras que Santacruz (2008) menciona que en el arbolado del Parque Nacional Xicohténcatl, Tlaxcala, México se encontraron 46 especies agrupadas en 33 géneros y 21 familias valores similares a los de esta investigación donde concuerda con la familia más representativa como la *Oleaceae*.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA
Mimosaceae	<i>Acacia farnesiana (L.) Willd</i>	Huizache	Arborea
Fabaceae	<i>Acacia greggii A.Gray</i>	Uña de gato	Arborea
Mimosaceae	<i>Acacia rigidula Benth.</i>	Gavia	Arborea
Sapindaceae	<i>Acer negundo L.</i>	Arce americano	Arborea
Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla (Salisb.) Franco</i>	Pino de norfolk	Arborea
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata L.</i>	Pata de vaca	Arborea
Asparagaceae	<i>Beaucarnea recurvata Lem.</i>	Pata de elefante	Arborea
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra var. Choisy Hook.</i>	Bugambilia	Arborea
Moraceae	<i>Broussonetia papyrifera (L.)Vent.</i>	Morera de papel	Arborea
Fabaceae	<i>Caesalpinia mexicana A. Gray.</i>	Arbol del potro	Arborea
Apocynaceae	<i>Carissa grandiflora A. DC.</i>	Cerezo de natal	Arborea
Juglandaceae	<i>Carya illinoensis (Wangenh.) K. Koch</i>	Nogal	Arborea
Meliaceae	<i>Cedrela odorata L.</i>	Cedro	Arborea
Ulmaceae	<i>Celtis laevigata Willd.</i>	Palo blanco	Arborea
Ulmaceae	<i>Celtis pallida Torr.</i>	Granjeno	Arborea
Bignoniaceae	<i>Chilopsis linearis (Cav.) Sweet</i>	Flor del mimbre	Arborea
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle.</i>	Lima	Arborea
Rutaceae	<i>Citrus aurantium Linn.</i>	Naranja agrio	Arborea
Rhamnaceae	<i>Condalia warnockii M.C.Johnst</i>	Piquillín	Arborea
Boraginaceae	<i>Cordia boissieri A. DC.</i>	Anacahuita	Arborea
Asparagaceae	<i>Cordyline indivisa (Forst.) Steud.</i>	Chasume	Arborea
Cornaceae	<i>Cornus florida L.</i>	Sanguinuelo	Arborea
Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa Hartweg.</i>	Ciprés de mty	Arborea
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	Ciprés	Arborea
Ebenaceae	<i>Diospyros texana Sheele.</i>	Chapote prieto	Arborea

Fabaceae	<i>Ebenopsis ébano (Berl.) Britton et Rose</i>	Ebano	Arborea
Boraginaceae	<i>Ehretia anacua (Teran &amp; Berl) I.M. Johnst</i>	Anacua	Arborea
Rosaceae	<i>Eriobotrya japónica Lindl.</i>	Níspero japonés	Arborea
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis Dehnh</i>	Eucalipto rojo	Arborea
Myrtaceae	<i>Eucalyptus glubosa Jacques Labillardière</i>	Eucalipto blanco	Arborea
Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp. L'Hér.</i>	Eucalipto	Arborea
Moraceae	<i>Ficus benjamina L.</i>	Matapalo	Arborea
Moraceae	<i>Ficus microcarpa L. fil</i>	Laurel de indias	Arborea
Oleaceae	<i>Fraxinus americana L.</i>	Fresno americano	Arborea
Oleaceae	<i>Fraxinus berlandieriana A. DC.</i>	Plumero	Arborea
Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior L.</i>	Fresno negro	Arborea
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei (Wenz.) Ligelsh</i>	Fresno	Arborea
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum K. P. J. Sprengel</i>	Tatalencho	Arbustiva
Fabaceae	<i>Havardia pallens Benth.</i>	Tenaza	Arborea
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia D.Don</i>	Jacarandá	Arborea
Juglandaceae	<i>Junglans mollis Engelm.</i>	Nogal	Arborea
Cupressaceae	<i>Juniperus sp. L.</i>	Enebros	Arborea
Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata Laxm.</i>	Jabonero de china	Arborea
Luthraceae	<i>Lagerstroemia indica L.</i>	Crespón	Arborea
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit.</i>	Leucaena	Arborea
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens (Berl.) I. M. Johnst.</i>	Cenizo	Arbustivo
Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum Thunb.</i>	Trueno japonés	Arborea
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum Aiton</i>	Aligustre	Arborea
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora L.</i>	Magnolia	Arborea
Meliaceae	<i>Melia azedarach L.</i>	Canelon	Arborea
Moraceae	<i>Morus alba L.</i>	Mora	Arborea
Moraceae	<i>Morus nigra L.</i>	Mora	Arborea
Musaceae	<i>Musa paradisiaca L.</i>	Platano	Arborea

Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Laurel rosa	Arborea
Caesalpinaceae	<i>Parkinsonia acuelata</i> L.	Palo verde	Arborea
Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	Palma datilera	Palma
Arecaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Palma datilera	Palma
Pinaceae	<i>Pinus brutia</i> subsp. <i>eldarica</i> (Medw.) Nahal	Pino de Calabria	Arborea
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i> Miller.	Pino de alepo	Arborea
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Pino blanco	Arborea
Pinaceae	<i>Pinus teocote</i> Schlecht & Cham.	Pino teocote	Arborea
Anacardiaceae	<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	Lantrisco	Arborea
Platanaceae	<i>Platanus occidentalis</i> L.	Sicomoro	Arborea
Cupressaceae	<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco	Tuja	Arborea
Salicaceae	<i>Populus alba</i> L.	Alamo chopo	Arborea
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i> W.Bartram	Alamo negro	Arborea
Salicaceae	<i>Populus tremuloides</i> Michx.	Alamo	Arborea
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	Mesquite	Arborea
Rosaceae	<i>Prunus pérsica</i> (L.) Batsch	Durazno	Arborea
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Arborea
Rosaceae	<i>Pyracantha koidzumii</i> (Hayata)Rehder	Formosa	Arborea
Fagaceae	<i>Quercus canbyi</i> Trel.	Encino	Arborea
Fagaceae	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	Encino	Arborea
Fagaceae	<i>Quercus fusiformis</i> (Small) Sarg.	Encino	Arborea
Fagaceae	<i>Quercus graciliformis</i> C.H.Mull.	Encino	Arborea
Fagaceae	<i>Quercus polymorpha</i> Schltl. & Cham.	Encino	Arborea
Fagaceae	<i>Quercus pungens</i> var <i>vaseyana</i> (Buckley) C. H. Muller	Encino	Arborea
Fagaceae	<i>Quercus rysophylla</i> Weath.	Encino	Arborea
Fagaceae	<i>Quercus shumardii</i> Buckley	Encino	Arborea
Fagaceae	<i>Quercus virginiana</i> Mill.	Encino molino	Arborea

Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Arbustivo
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> L.	Sauce Llorón	Arborea
Salicaceae	<i>Salix nigra</i> Marsh	Sauce negro	Arborea
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	Arborea
Euphorbiaceae	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	Árbol del sebo	Arborea
Araliaceae	<i>Schefflera actinophylla</i> (Endl.) Harms.	Árbol Pulpo	Arborea
Araliaceae	<i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Merrill	Arbol paraguas	Arborea
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Pirul	Arborea
Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D	Coma	Arborea
Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Sabino	Arborea
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> L.	San pedro o Tronadora	Arborea
Ulmaceae	<i>Ulmus craassifolia</i> Nutt.		Arborea
Ulmaceae	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.		Arborea
Arecaceae	<i>Washingtonia filifera</i> (Lindl.) H.Wendl	Palma china	Palma
Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl.	Palma abanico	Palma
Arecaceae	<i>Yucca filifera</i> Chabauud	Palmito	Palma
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> L.	Colima	Arborea

Tabla 1. Listado de especies encontradas en los 3 parques.

#### 4.1 Riqueza específica.

La comunidad que presento mayor riqueza específica fue el parque bosques del valle con un ( $D_{Mg}= 10.20$ ), siguiendo Rufino Tamayo ( $D_{Mg}= 7.05$ ) y por ultimo Manuel J. Clouthier ( $D_{Mg}= 6.70$ ) tomando en considerando que el parque (Bosques de Valle) cuenta con mayor superficie y número de individuos por especie, con respecto a los otros parques (Rufino Tamayo y M.J. Clouthier). Así mismo estos valores son superiores a los que reporta Alanís *et al.* y Reyes (2010) quienes obtuvieron valores de riqueza específica más bajos ( $D_{Mg} =3.05$  y  $D_{Mg} =5.39$ , respectivamente) en sus investigaciones.

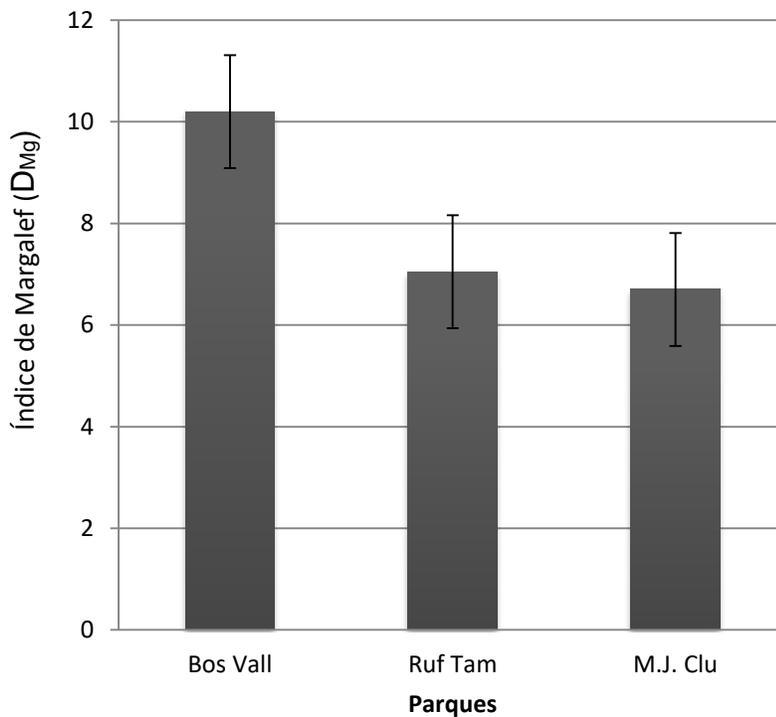


Figura 5. Índice de riqueza específica.

## 4.2 Diversidad de especies.

Derivado del análisis se tiene que el mayor índice de diversidad de especies es el parque Rufino Tamayo con un ( $H' = 3.40$ ), seguido de Bosques del valle ( $H' = 3.01$ ) y al final Manuel J. Clouthier ( $H' = 2.90$ ). Es decir que el parque Rufino Tamayo tiene mejor distribuidos los individuos por especies con respecto al parque M.J. Clouthier y Bosques del Valle este último con mayor número de individuos los cuales están en una distribución menos proporcional por especie. Estos valores son similares al obtenido por Alanís *et al.* ( $H' = 3.05$ ), mientras que Reyes (2010) reporta un valor ligeramente más bajo ( $H' = 2.75$ ) en sus respectivas investigaciones.

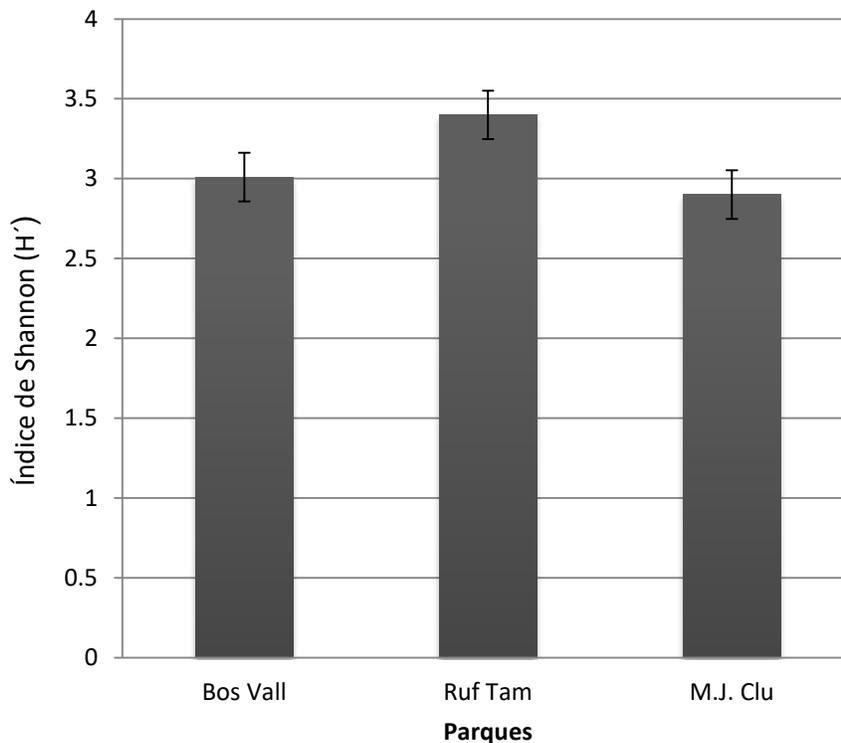


Figura 6. Índice de diversidad.

### 4.3 Indicadores ecológicos por parque urbano.

#### 4.3.1 Bosques del Valle.

Los resultados obtenidos muestran que la especie que tiene mayor peso ecológico en este parque es *Fraxinus berlandieriana* con un IVI de 24.30, continuándole *Koelreuteria paniculata* con un IVI de 5.70 y *Pinus halepensis* con un IVI de 5.38, además *Fraxinus berlandieriana* presenta la mayor cobertura con 38993 m<sup>2</sup>, seguida de *Quercus fusiformis* con 6939 m<sup>2</sup> y *Koelreuteria paniculata* con un 6070 m<sup>2</sup>, mientras que las especies más frecuentes en el área son: *Fraxinus berlandieriana*, *Koelreuteria paniculata*, *Pinus halepensis*, *Quercus virginiana*, *Pinus brutia subsp. eldarica*, *Quercus polymorpha*, *Sapium sebiferum*, *Ligustrum lucidum*, *Parkinsonia acuelata*, *Acacia farnesiana*, *Yucca filifera*, *Cordia boissieri*, *Quercus shumardii* y *Ebenopsis ébano*. Estos resultados concuerdan con los de Reyes (2010) reportando como más abundantes al género *Fraxinus spp.* Y en particular a *Fraxinus berlandieriana* (con 1110 individuos) dentro del campus de Ciudad Universitaria de la UANL. Suarez (2009) encontró al género *Fraxinus spp.* Con una abundancia relativa del 32% en su estudio de la polinosis y arbolado urbano en la universidad nacional de la pampa. Tlaxcala, México.



Figura 7. *Fraxinus berlandieriana*.

### 4.3.2 Rufino Tamayo.

Los resultados obtenidos muestran que la especie que presento mayor peso ecológico en esta área es *Celtis laevigata* con un IVI de 9,58, por encima de *Leucaena leucocephala* que presento un IVI de 6.47, *Acacia farnesiana* con un IVI de 5,65 y *Quercus pungens var vaseyana* que presento un IVI de 5.14, mientras que las especies que presentaron mayor cobertura son: *Celtis laevigata* 5484 m<sup>2</sup>, *Leucaena leucocephala* 3469 m<sup>2</sup>, *Acacia farnesiana* 2701 m<sup>2</sup>, *Quercus pungens var vaseyana* 2299 m<sup>2</sup>, así mismo las especies encontradas con mayor frecuencia en este parque son: *Celtis laevigata*, *Acacia farnesiana*, *Quercus pungens var vaseyana*, *Leucaena leucocephala*, *Fraxinus americana*, *Parkinsonia acuelata*, *Cordia boissieri*, *Chilopsis linearis*, *Salix nigra* y *Acacia rigidula*.



Figura 8. *Celtis laevigata*.

### 4.3.3 Manuel J. Clouthier.

Los resultados obtenidos muestran que la especie que presento mayor peso ecológico en esta área es *Leucaena leucocephala* con un IVI de 14.17, siguiendo *Parkinsonia acuelata* con un IVI de 13.00 y *Fraxinus berlandieriana* con un 7.53. Por otra parte, las especies con mayor cobertura fueron *Parkinsonia acuelata* 5200 m<sup>2</sup>, *Leucaena leucocephala* 5118 m<sup>2</sup>, *Acacia farnesiana* 1291 m<sup>2</sup>, *Celtis laevigata* 12.56 m<sup>2</sup>, por otra parte, las especies con mayor presencia en el área fueron: *Parkinsonia acuelata*, *Leucaena leucocephala*, *Celtis laevigata*, *Fraxinus americana*, *Fraxinus berlandieriana*, *Fraxinus uhdei*, *Quercus polymorpha*, *Quercus pungens var. Vaseyana*, *Quercus virginiana*, *Sapindus saponaria* y *Washingtonia filifera*.



Figura 9. *Leucaena leucocephala*.

En la parte de debajo de muestra una tabla con el concentrado de los datos analizados referente a los indicadores ecológicos (Abundancia, Dominancia, Frecuencia e Índice de Valor de Importancia) de los tres parques, los cuales forman parte de esta investigación.

NOMBRE CIENTIFICO	Bos Vall				Ruf Tam				M.J.Clou			
	Ind/ ha	m <sup>2</sup> /ha	Fre %	IVI	Ind/ ha	m <sup>2</sup> /ha	Fre %	IVI	Ind/ ha	m <sup>2</sup> /ha	Fre %	IVI
<i>Acacia farmesiana (L.) Willd</i>	19	1582.23	8	1.82	45	2701.5	3.8	5.6	25	1291.3	2.8	3.66
<i>Acacia greggii A.Gray</i>					1	9.62	0.9	0.3				
<i>Acacia rigidula Benth.</i>	24	553.10	7	0.85	32	416.09	2.8	2.5	3	82.43	0	0.86
<i>Acer negundo L.</i>	3	308.01	4	0.61								
<i>Araucaria heterophylla (Salisb.) Franco</i>	1	19.63	7	0.25								
<i>Bauhinia divaricata L.</i>	1	67.89	7	0.27					1	32.15	5	0.40
<i>Beaucarnea recurvata Lem.</i>	1	1.77	7	0.24								
<i>Bougainvillea glabra var. Choisy Hook.</i>	4	52.49	4	0.54	19	365.56	1.9	1.7	18	136.46	6	1.77
<i>Broussonetia papyrifera (L.)Vent.</i>	5	94.36	7	0.35								
<i>Caesalpinia mexicana A. Gray.</i>	95	2857.22	1	3.40	19	430.61	1.9	1.7	39	694.22	6	3.29
<i>Carissa grandiflora A. DC.</i>	2	20.68	7	0.27								
<i>Carya illinoensis (Wangenh.) K. Koch</i>	16	145.77	4	0.78	23	663.32	2.8	2.4	7	54.75	6	1.27
<i>Cedrela odorata L.</i>									1	56.72	5	0.43
<i>Celtis laevigata Willd.</i>	20	1154.92	4	1.23	76	5484.1	3.8	9.5	66	1256.0	3.8	5.35

<i>Celtis pallida</i> Torr.	1	7.07	0.6	7	0.24	15	218.18	1.9	1.4	3	44.75	0	0.80
<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Sweet						36	937.71	2.8	3.2	1	19.63	5	0.38
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle.	1	1.77	0.6	7	0.24								
<i>Citrus aurantium</i> Linn.	3	47.99	0.6	7	0.29								
<i>Condalia warnockii</i> M.C.Johnst						8	128.76	1.9	1.0				
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	18	211.91	2.6	8	1.29	74	706.05	2.8	4.4	32	334.41	6	2.54
<i>Cordyline indivisa</i> (Forst.) Steud.	15	60.71	1.3	4	0.73	7	20.50	1.9	0.9	2	21.16	5	0.42
<i>Cornus florida</i> L.	1	10.46	0.6	7	0.25								
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartweg.	1	1.13	0.6	7	0.24								
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	5	9.07	1.3	4	0.54								
<i>Diospyros texana</i> Sheele.	3	47.33	0.6	7	0.29	2	30.95	0.9	0.4	3			
<i>Ebenopsis ébano</i> (Berl.) Britton et Rose	9	93.13	2.6	8	1.09	11	662.16	1.9	1.7	4	55.31	0	0.85
<i>Ehretia anacua</i> (Teran & Berl) I.M. Johnst	29	648.89	1.3	4	1.20	75	1547.2	1.9	4.9	12	97.79	0	1.19
<i>Eriobotrya japónica</i> Lindl.	1	47.76	0.6	7	0.26								
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	6	212.48	0.6	7	0.41								
<i>Eucalyptus glubosa</i> Jacques Labillardière	1	247.32	0.6	7	0.33								

<i>Eucalyptus sp. L'Hér.</i>	1	3.38	7	0.24										
<i>Ficus benjamina L.</i>	7	163.58	1	0.85					1	56.72	5	0.43		
<i>Ficus microcarpa L. fil</i>	1	13.52	7	0.25										
<i>Fraxinus americana L.</i>	74	4386.96	1	3.60	40	0	2197.2	2.8	4.6				3.8	
<i>Fraxinus berlandieriana A. DC.</i>	506	2	8	0	11	571.35	8	4	101	5	1	7.53	1934.0	3.8
<i>Fraxinus excelsior L.</i>	5	17.71	7	0.32										
<i>Fraxinus uhdei (Wenz.) Ligelsh</i>	10	496.57	4	0.81					7	93.77	1	1.65		3.8
<i>Gymnosperma glutinosum K. P. J. Sprengel</i>					6	44.26	6	9						
<i>Havardia pallens (Benth.)</i>					21	290.88	2	1	2	20.03	5	0.42		0.9
<i>Jacaranda mimosifolia D.Don</i>									2	48.36	0	0.77		1.9
<i>Junglans mollis Engelm.</i>	2	48.72	4	0.50	6	328.95	2	9	12	145.04	5	0.94		0.9
<i>Juniperus sp. L.</i>	2	7.80	7	0.26										
<i>Koelreuteria paniculata Laxm.</i>	145	6070.12	8	5.70					4	103.17	5	0.60		0.9
<i>Lagerstroemia indica L.</i>	10	84.09	4	0.65					2	5.15	5	0.39		0.9
<i>Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit.</i>	12	724.58	7	0.70	55	7	3469.8	2.8	6.4	9	1	7	5118.5	3.8
<i>Leucophyllum frutescens (Berl.) I. M. Johnst.</i>	9	51.42	7	0.40	3	24.13	6	6						

<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	3	14.26	7	0.28									
<i>Ligustrum lucidum</i> Aiton	50	1025.29	8	2.15					2	25.12	0	1.9	0.74
<i>Magnolia grandiflora</i> L.					7	11.18	1.9	0.9					
<i>Melia azedarach</i> L.	3	104.46	4	0.54	1	44.16	0.9	0.4				0.9	
<i>Morus alba</i> L.					1	70.18	0.9	0.4				1.9	
<i>Morus nigra</i> L.	5	180.60	4	0.60									
<i>Musa paradisiaca</i> L.	7	29.83	7	0.36									
<i>Nerium oleander</i> L.	5	70.19	7	0.34									
<i>Parkinsonia acuelata</i> L.	23	1921.35	8	2.01	41	2034.7	2.8	4.5		5200.2	3.8	13.0	
<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	13	588.38	4	0.89					1	47.76	5	0.9	0.42
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	15	603.41	7	0.71									
<i>Pinus brutia</i> subsp. <i>eldarica</i> (Medw.) Nahal	104	3490.42	8	4.02	2	21.23	0.9	0.4		233.69	6	2.8	1.67
<i>Pinus halepensis</i> Miller.	131	5875.31	8	5.38	5	72.69	1.9	0.9		578.35	0	1.9	2.22
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	1	28.26	7	0.25	17	170.72	0.9	1.1					
<i>Pinus teocote</i> Schlecht & Cham.	1	30.18	7	0.25									
<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	1	105.63	7	0.28	2	162.22	0.9	0.5					

<i>Platanus occidentalis</i> L.	2	123.25	0.6	7	0.30	19	892.68	2.8	2.5	8	6	2	6.17	0	0.71	
<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco	3	15.14	1.3	4	0.51							1	3.80	5	0.36	
<i>Populus alba</i> L.						4	70.71	1.9	0.8	2	6					
<i>Populus deltoides</i> W.Bartram						21	1036.6	1.9	2.4	9	2	6				
<i>Populus tremuloides</i> Michx.	8	896.20	2.0	1	1.15	1	45.34	0.9	0.4	6	0					
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	9	504.43	1.3	4	0.79	19	1153.0	1.9	2.5	1	2	0	36	1	5	4.64
<i>Prunus pérsica</i> (L.) Batsch	5	46.73	1.3	4	0.55											
<i>Psidium guajava</i> L.	1	11.94	0.6	7	0.25											
<i>Pyracantha koidzumii</i> (Hayata)Rehder	6	33.10	0.6	7	0.34											
<i>Quercus canbyi</i> Trel.	1	12.16	0.6	7	0.25							3	15.86	5	0.44	
<i>Quercus frainetto</i> Ten.	1	1.54	0.6	7	0.24											
<i>Quercus fusiformis</i> (Small) Sarg.	91	6939.65	1.3	4	4.63	21	653.39	2.8	2.3	8	9	19	197.37	6	1.89	
<i>Quercus graciliformis</i> C.H.Mull.						1	27.46	0.9	0.3	6	8					
<i>Quercus polymorpha</i> Schltld. & Cham.	69	1388.41	2.6	8	2.62	14	383.70	1.9	1.5	2	4	21	265.75	1	2.38	
<i>Quercus pungens</i> var <i>vaseyana</i> (Buckley) C. H. Muller	14	724.86	2.0	1	1.19	42	2299.6	3.8	5.1	2	5	4	9	232.20	1	1.91
<i>Quercus rysophylla</i> Weath.	1	14.18	0.6	7	0.25											

<i>Quercus shumardii</i> Buckley	14	236.82	2.6 8	1.23	1	1.54	0.9 6	0.3 6	5	28.85	0.9 5	0.53
<i>Quercus virginiana</i> Mill.	154	2603.60	2.6 8	4.56	6	135.03	3.8 5	1.6 4	122	1106.2	3.8 1	7.08
<i>Ricinus communis</i> L.									1	7.07	0.9 5	0.36
<i>Salix babylonica</i> L.					1	9.07	0.9 6	0.3 7				
<i>Salix nigra</i> Marsh	1	5.31	0.6 7	0.24	17	1308.2	2.8 9	2.9 8	0			
<i>Sapindus saponaria</i> L.	8	156.64	0.6 7	0.42					2	32.70	3.8 1	1.39
<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	48	1433.47	2.6 8	2.27					10	121.43	1.9 0	1.15
<i>Schefflera actinophylla</i> (Endl.) Harms.	3	27.14	0.6 7	0.29								
<i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Merrill	5	42.03	1.3 4	0.55								
<i>Schinus molle</i> L.									3	269.67	0.9 5	0.80
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D	2	37.06	0.6 7	0.27	20	241.29	1.9 2	1.6 2				
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	3	49.85	0.6 7	0.29	13	406.66	2.8 8	1.8 5				
<i>Tecoma stans</i> L.					1	12.00	0.9 6	0.3 7				
<i>Ulmus craassifolia</i> Nutt.					14	519.61	1.9 2	1.6 8	7	142.86	1.9 0	1.08
<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.									2	48.36	0.9 5	0.46
<i>Washingtonia filifera</i> (Lindl.) H.Wendl	3	42.93	1.3 4	0.52	7	51.45	0.9 6	0.6 3	10	110.85	3.8 1	1.77

<i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl.	1	10.75	0.6 7	0.25			
<i>Yucca filifera</i> Chabauud	18	425.56	2.6 8	1.37			
<i>Zanthoxylum fagara</i> L.					19	198.57	2.8 1.8 8 6

Tabla 2. Indicadores ecológicos de cada parque sujeto a la presente investigación.

#### 4.4 Biomasa aérea viva

Los resultados obtenidos muestran que el parque con mayor biomasa área viva es Bosques del valle con (35.45 ton), siguiendo Rufino Tamayo (12.70 ton) y por ultimo Manuel J. Clouthier (11.30 ton). Estos resultados están relacionados al diámetro y el número de individuos presentes en cada parque, sin olvidar que en su mayoría son individuos jóvenes.

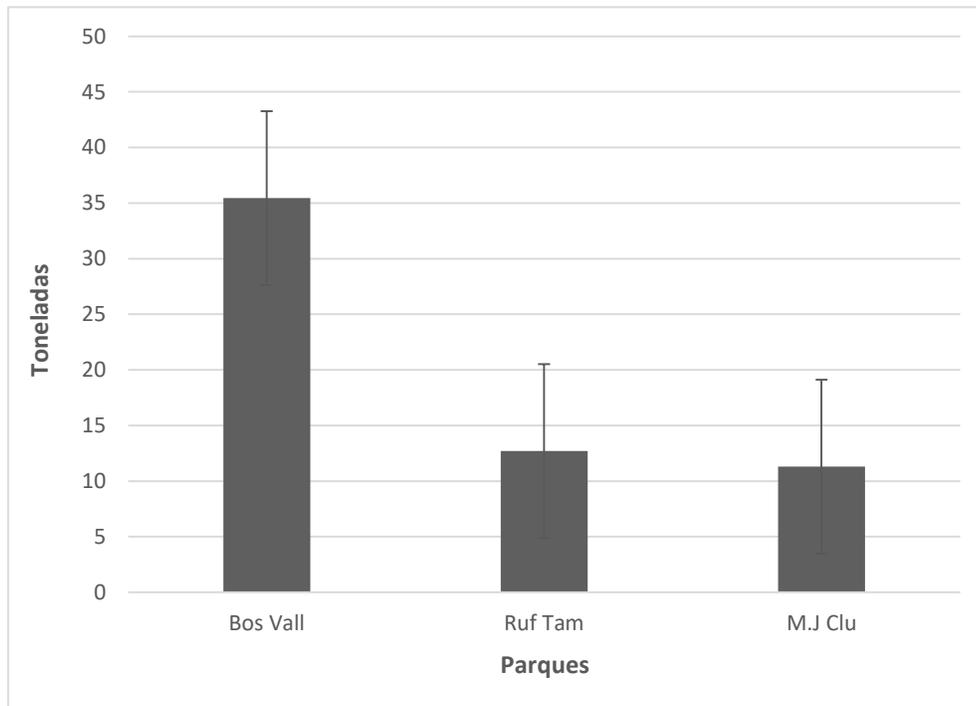


Figura 10. Biomasa aérea viva.

## 4.5 Contenido de carbono

Los resultados obtenidos muestran que el parque con mayor contenido de carbono es Bosques de Valle (53.175 ton), siguiendo Rufino Tamayo (18.415 ton) y por último Manuel J. Clouthier (16.385 ton). Estos resultados están relacionados al diámetro y el número de individuos presentes en cada parque, sin olvidar que en su mayoría son individuos jóvenes.

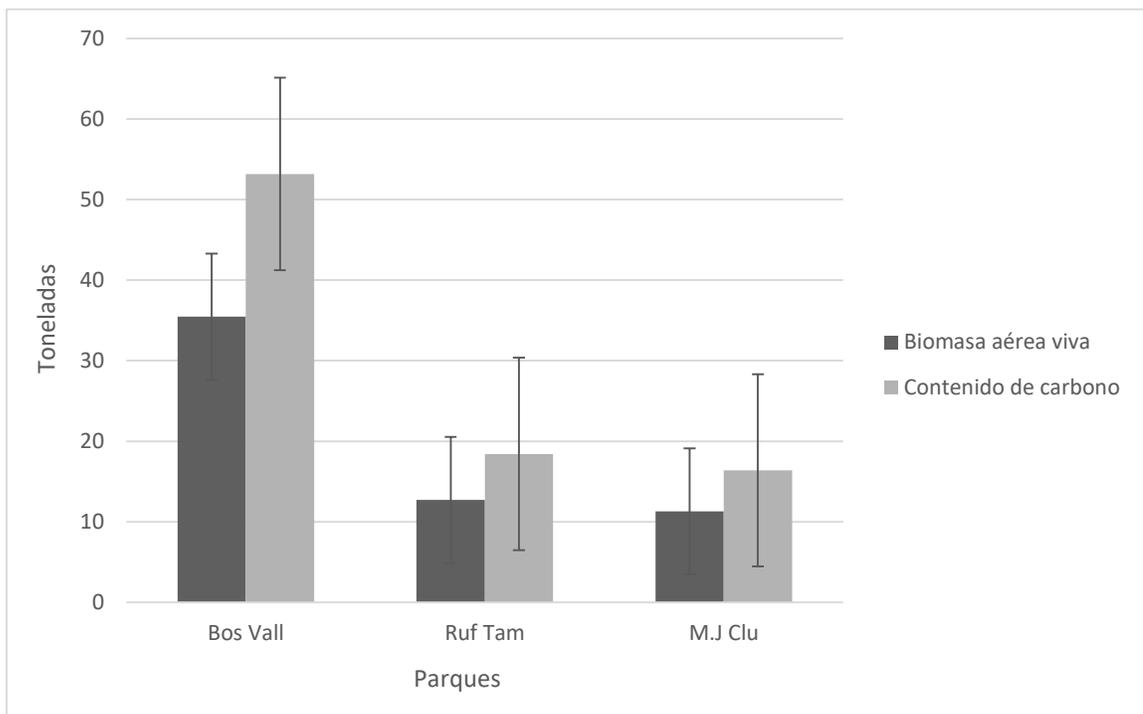


Figura 11. Contenido de carbono.

### 4.6 Servicios ecosistémicos

Matriz criada de los servicios ecosistémicos brindados por cada parque urbano.

SERVICIOS ECOSISTEMICOS			PARQUES URBANOS			TOTAL SERVICIO ECOSISTEMICO	TOTAL COMPONENTE AMBIENTAL
			Bosques del valle	Rufino tamayo	Manuel J. Clouthier		
MEDIO ABIÓTICO	Aire	Calidad	3	2	1	6	12
		Ruido	3	2	1	6	
	Suelo	Propiedades físicas	3	2	1	6	11
		Calidad	3	1	1	5	
	Agua	Calidad	3	1	1	5	5
MEDIO BIÓTICO	Flora	Cobertura	3	1	1	5	10
		Distribución y Abundancia	3	1	1	5	
	Fauna	Distribución y abundancia	3	1	1	5	5
MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje	Calidad Visual	3	1	1	5	10
		Fondo escénico	3	1	1	5	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Economía	Local	3	3	3	9	9
	Población	Mano de Obra	3	3	3	9	9
			TOTAL POR PARQUE URBANO.	36	19	16	71
			TOTAL POR LOS 3 PARQUES URBANOS	71			

Tabla 3. Matriz de servicios ecosistémicos.

De acuerdo al análisis realizado a la tabla de arriba se puede observar que los mayores valores reflejados tanto en los medios bióticos, abióticos, perceptual y socioeconómico los tiene el parque urbano Bosques del valle esto reflejado por las características favorables que presentan como lo es la ubicación, gestión y la concientización que se tiene hacia el arbolado urbano por parte de la población.

Caso contrario a lo que se tiene para los parques urbanos Rufino Tamayo y Manuel J. Clouthier, los cuales muestran valores similares solo que estos tienen la particularidad que están próximos a los municipios de Monterrey y Santa Catarina por lo cual no se tiene una buena práctica y concientización sobre el arbolado urbano, lo cual refleja que durante la planeación de estas áreas se tiene diferente gestión por parte del municipio de San Pedro Garza García.

Mas sin embargo es importante destacar que los tres parques urbanos cumplen en si la función ambiental la cual es proporcionar los servicios ecosistémicos tanto en la parte biótica, abiótica perceptual y socioeconómico en diferentes intensidades y cantidades.

#### **4.7 Valoración económica**

Los resultados obtenidos muestran que el parque con mayor valoración económica es Bosques de Valle \$ 3,760,000.00 MN (tres millones setecientos sesenta mil pesos), siguiendo Rufino Tamayo \$ 2,170,000.00 MN (dos millones ciento setenta mil pesos) y por ultimo Manuel J. Clouthier \$ 1,290,000.00 MN (un millón doscientos noventa mil pesos). Si bien estos valores presentan diferencia esto es causado por 2 factores claves como lo es; la ubicación y el uso otorgado por los habitantes del municipio de San Pedro Garza García.

## 5. CONCLUSIONES

Esta investigación pone de manifiesto lo siguiente; se cumple con la hipótesis planteada mostrando que se tiene diferencia en los servicios ecosistémicos y valoración económica de los parques urbanos bosques del valle, Rufino tamayo y Manuel J. Clouthier.

Así mismo cumpliendo con el objetivo mostrando diferencia en los valores de **Riqueza Diversidad, Indicadores ecológicos, Biomasa aérea viva, captura de carbono, Servicio ecosistémicos y Valoración económica.**

Ahora si bien es importante tener en cuenta que cada parque presenta diferencias en el número de individuos, especies y categoría diamétrica, estas particularidades están cambiando radicalmente en cada administración esto a causa de la concientización que se realiza por parte de las autoridades a través del personal especialista en el área de dasonomía urbana, con la finalidad de recuperar el arbolado urbano ya sea por medio de áreas, verdes, senderos, parques etc.

Hay que hacer mención que estos resultados en si muestran el panorama a nivel población por municipio sobre el valor y la importancia que se les tiene a los parques urbanos en general, esto reflejado en la concientización que se realiza en los medios de comunicación tradicional (radio, televisión, periódicos), educativos, de investigación o redes sociales.

Es por eso que la presente investigación pretende sea tomado como referencia y sea tomado como instrumentos de simulación en la planeación y gestión de los futuros parques urbanos, áreas, verdes, senderos, etc., los cuales serán establecidos en las ciudades.

Finalmente, esto último solo será llevado a cabo mediante la aplicación de la legislación aplicables en materia del arbolado urbano a nivel municipal y estatal.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Abel, S., Cork, S., Gorrdard, R., Langridge, J., Langston, A., Plant, R., Proctor, W., Ryan, P., Shelton, D., Walker, B., Yialeloglou, M., 2003. Natural Values: Exploring Options for Enhancing Ecosystem Services in the Goulburn Broken Catchment. CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra.
- Alanís – Flores, G., J. y D., González- Alanís. 2003. Flora nativa ornamental para el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Descripción botánica y requerimientos de las especies para el paisaje urbano. Universidad Autónoma de Nuevo León y Republicano Ayuntamiento de Monterrey Nuevo León, México. Págs. 25 y 121.
- Alanís *et al.* Estructura y Composición del Arbolado de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL, México.
- Alanís F., G.J. 2005. El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. Ciencia UANL (8)1: 20-32.
- Alvey AA (2006) Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. Urban For Urban Green 5:195–201.
- Andersson, E., Barthel, S., Ahrné, K., 2007. Measuring social-ecological dynamics behind the generation of ecosystem services. Ecological Applications 17, 1267–1278.
- Ayres, R.U., van den Bergh, J., 2005. A theory of economic growth with material/energy resources and dematerialization: interaction of three growthmechanisms. Ecological Economics 55, 96–118.
- Barthel, S., Folke, C., Colding, J., 2010. Social–ecological memory in urban gardens—retaining the capacity for management of ecosystem services. Global Environmental Change 20, 255–265.
- Bonan, G.B., 2000. The microclimates of a suburban Colorado (USA) landscape and implications for planning and design. Landscape Urban Plann. 49, 97–114.
- Brack, C.L., 2002. Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest. Environmental Pollution 116 (1), S195eS200.
- CABE Space, 2004. The Value of Public Space: How High Quality Parks and Public Spaces Create Economic, Social and Environmental Value. CABE Space, London.
- Carreiro M., M., Y-C. Song and J. Wu. (2008). Ecology, planning and management of urban forests. International perspectives. Springer Publishers. New York, NY. USA. 468 p.
- Cavanagh, J.E., Zawar-Reza, P., Gaines Wilson, J., 2009. Spatial attenuation of ambient particulate matter air pollution within an urbanized native forest patch. Urban Forestry and Urban Greening 8 (1), 21e30.
- CETENAL e Instituto de Geografía (U.N.A.M.) 1980. Carta de climas Monterrey, clave 14R-VII, escala 1:500, 000. México. Velazco - Macías C. G. 2009. Flora del estado de Nuevo León, México: Diversidad y análisis espacio-temporal. Tesis de Doctorado. U.A.N.L. F.C.B. México. Págs. 31-131.

- Chee, Y.E., 2004. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation* 120, 549–565.
- Chiesura, A., 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape Urban Plann.* 68, 129–138.
- De Groot, R.S., Wilson, M., Boumans, R., 2002. A typology for the description, classification and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41, 393–408.
- de Vries, S., Verheij, R.A., Groenewegen, P.P., Spreeuwenberg, P., 2003. Natural environments—healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health. *Environ. Plann. A* 35, 1717–1731.
- Dobbs Brown (2005) construcción de modelos de estimación de biomasa y área foliar para diez especies arbóreas urbanas de la ciudad de Santiago, universidad de Chile facultad de ciencias forestales escuela de ciencias forestales departamento de manejo de recursos forestales. tesis de la universidad de Chile.
- Donovan, R.G., Stewart, H.E., Owen, S.M., MacKenzie, A.R., Hewitt, C.N., 2005. Development and application of an Urban Tree Air Quality Score for photochemical pollution episodes using the Birmingham, United Kingdom, area as a case study. *Environ. Sci. Technol.* 39, 6730–6738.
- Dye, C., 2008. Health and urban living. *Science* 319, 766–769.
- Eamus, D., Macinnis-Ng, C.M.O., Hose, G.C., Zeppel, M.J.B., Taylor, D.T., Murray, B.R., 2005. Turner Review No. 9: Ecosystem services: an ecophysiological examination. *Australian Journal of Botany* 53, 1–19.
- Escobedo, F.J., Kroeger, T., Wagner, J.E., 2011. Urban forests and pollution mitigation: analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution* 159, 2078–2087.
- Escobedo, F.J., Wagner, J.E., Nowak, D., De La Maza, C.L., Rodriguez, M., Crane, D.E., 2008. Analyzing the cost-effectiveness of Santiago, Chile's policy of using urban forests to improve air quality. *Journal of Environmental Management* 86, 148–157.
- Farber, S., Costanza, R., Childers, D.L., Erickson, J., Gross, K., Grove, M., Hopkinson, C.S., Kahn, J., Pincetl, S., Troy, A., Warren, P., Wilson, M., 2006. Linking ecology and economics for ecosystem management. *Bioscience* 56, 121–133.
- Figueroa-Navarro, C.; Etchevers-Barra, J. D. Velázquez-Martínez, A. Acosta-Mireles, M. Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca *TERRA Latinoamericana*, Vol. 23, Núm. 1, enero-marzo, 2005, pp. 57-64 Universidad Autónoma Chapingo México.
- Forestales Vol 3, Num. 13 2012. 51-60.
- Grey y Deneke, 1986, *Urban Forestry*, Wiley New York.
- Groffman, P.M., Driscoll, C.T., Likens, G.E., Fahey, T.J., Holmes, R.T., Eagar, C., Aber, J.D., 2004. No gloom of night: a new conceptual model for the Hubbard Brook ecosystem study. *Bioscience* 54, 139–148.
- Guo, Z., Zhang, L., Li, Y., 2010. Increased dependence of humans on ecosystem services and biodiversity. *PLoS One* 5, 1–7.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2005. La captación y almacenamiento de dióxido de carbono. [http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccspm\\_tss\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccspm_tss_sp.pdf). (12 de septiembre de 2013).
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE; 1996. Chapter 5: Land Use Change & Forestry. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Revised Version. London, vol. 3, 57 p.
- J.I. Yerena-Yamallel, J. Jiménez-Pérez, E. Alanís-Rodríguez, O.A. Aguirre-Calderón y E. J. Treviño-Garza. Contenido de carbono en la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de suelo, en el matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 7 (2): 71-77, 2011 71.
- Javier Jiménez Pérez, Eduardo Javier Treviño Garza y José Israel Yerena Yamallel. carbón concentration in pine-oak forest species of the sierra madre oriental. 2013. 50-61.
- Jim CY, Chen WY (2009) Diversity and distribution of landscape trees in the compact Asian city of Taipei. *Appl Geogr* 29:577–587.
- Jim, C.Y., Chen, W.Y., 2009. Ecosystem services and valuation of urban forests in China. *Cities* 26, 187e194.
- José Israel Yerena Yamallel, Javier Jiménez Pérez, Oscar Alberto Aguirre Calderón, Eduardo Javier Treviño Garza y Eduardo Alanís Rodríguez. Concentración de carbono en el fuste de 21 especies de coníferas del noreste de México. *Revista Mexican de Ciencias*.
- Konijnendijk, C.C., R.M. Ricard, A. Kenney, and T.B. Randrup. 2006. Defining urban forestry – A comparative perspective of North America and Europe. *Urban Forestry and Urban Greening* 4:93–103.
- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K.H., Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., 2009. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics* 68, 2696–2705.
- Kremen, C., 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology *Letters* 8, 468–479.
- Luttki, J., 2000. The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands. *Landscape Urban Plann.* 48, 161–167.
- Martínez D., J. Jiménez, E. Alanís, J. Uvalle, P. Canizales, L. Rocha 2013. Regeneración natural del matorral espinoso tamaulipeco bajo una plantación de *Eucalyptus* spp. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. En Prensa.
- McGranahan, G., Marcotullio, P., Bai, X., Balk, D., Braga, T., Douglas, I., Elmqvist, T., Rees, W., Satterthwaite, D., Songsore, J., Zlotnik, H., 2005. Urban Systems. In: *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, Island Press, Washington DC, pp. 795–825.
- McPherson, E.G., Scott, K.I., Simpson, J.R., 1998. Estimating cost effectiveness of residential yard trees for improving air quality in Sacramento, California using existing models. *Atmospheric Environment* 32, 75e84.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

- Miller, R.W. 1997. Urban forestry: Planning and managing urban greens paces. 2nd Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, U.S. 07458. pp. 27–117.
- MONTERO, G.; RUIZ-PEINADO, R.; MUÑOZ M.; 2005. Producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques españoles. Monografías INIA. Serie forestal nº 13. 270 p. Madrid.
- Morancho, A.B., 2003. A hedonic valuation of urban green areas. *Landscape Urban Plann.* 66, 35–41.
- Návar-Cháidez, J.J. 2010. Los bosques templados del estado de Nuevo León: el manejo sustentable para bienes y servicios ambientales. *Madera y Bosques* 16(1):51-69.
- Nowak, D.J., 1994a. Air pollution removal by Chicago's urban forest. In: McPherson, E.G., Nowak, D.J., Rowntree, R.A. (Eds.), *Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. Gen. Tech. Rep., NE-186. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Radnor PA, pp. 63–81.
- Nowak, D.J., Crane, D.E., 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution* 116, 381e389.
- Nowak, D.J., Crane, D.E., Stevens, J.C., 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening* 4, 115e123.
- Nowak, D.J., Dwyer, J.F., 2000. Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In: Kuser, J. (Ed.), *Handbook of Urban and Community Forestry in the Northeast*. Plenum Publishers, New York, pp. 11e25.
- Ochoa, J.M. (2009). Ciudad, vegetación e impacto climático. El Confort en los espacios urbanos. Erasmus ediciones.
- Pataki, D.E., Carreiro, M.M., Cherrier, J., Grulke, N.E., Jennings, V., Pincetl, S., Pouyat, R.V., Whitlow, T.H., Zipperer, W.C., 2011. Coupling biogeochemical cycles in urban environments: ecosystem services, green solutions, and misconceptions. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9, 27–36.
- Pauleit, S., Jones, N., Nyhuus, S., Pirnat, J., Salbitano, F., 2005. Urban forest resources in European cities. In: Konijnendijk, C.C., Nilsson, K., Randrup, T.B., Schipperijn, J. (Eds.), *Urban Forests and Trees*. Springer, Berlin, pp. 49–79.
- Reyes R., C.C. 2010. El arbolado de ciudad universitaria, a 50 años de su fundación: diversidad, densidad, condición y otros aspectos ecológicos. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. 124 p.
- Rivas Torres, D. 2001. Estudio Dasonómico del Zoológico de Aragón. Colegio de Posgraduados, México.
- Romero, L.,H. 1994. Educación y Participación Ciudadana. Curso de Dasonomía Urbana, Memorias . Monterrey, N.L. México pp 59.
- Sander, H., Polasky, S., Haight, R.G., 2010. The value of urban tree cover: a hedonic property price model in Ramsey and Dakota Counties, Minnesota, USA. *Ecological Economics* 69, 1646–1656.

- Santacruz García, Noé. 2008. Situación del arbolado del Parque Nacional Xicohtécatl, Tlaxcala, México. *Revista Forestal Latinoamericana*. 23(1):69-89. 2008.
- Schmid, J., 1975, *Urban Vegetation. A review and Chicago case study*, Univ. Chicago, Depto, Geography.
- Segura, M; Kanninen, M; Suárez, D. 2006. Allometric models for estimating aboveground biomass of shade trees and coffee bushes grown together. *Agroforest Syst.* Springer Science Business Media.
- Suarez, Carla. 2009. La polinosis y el arbolado urbano. Grupo de Aerobiología-Facultad de Agronomía, UNLPAM. 11 p.
- Takano, T., Nakamura, K., Watanabe, M., 2002. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces. *J. Epidemiol. Commun. Health* 56, 913–918.
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity), 2011. *Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management*. UNEP and the European Commission.
- Tovar-Rodríguez, A. (2005). Disturbios que afectan el desarrollo de las plantas en áreas urbanas. In: Foroughbakhch, R., M. Alvarado, T. Torres y J. Marroquín (eds.). *Tópicos Selectos de Botánica 2, Etnobotánica, Sistemática, Fisiología y Plantas en ambientes urbanos*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, NL. México. 212 p.
- Tyrväinen, L., Miettinen, A., 2000. Property prices and urban forest amenities. *J. Environ. Econ. Manage.* 39, 205–223.
- UN (United Nations), 2010. *World Urbanization Prospects: The 2009 Revision*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York: <http://esa.un.org/wup2009/unup/>, Wednesday, February 12
- Weifeng L, Zhiyun O, Xuesong M, Xiaoke W (2006) Plant species composition in relation to green cover configuration and function of urban parks in Beijing, China. *Ecol Res* 21:221–237.
- Whitford, V., Ennos, A.R., Handley, J.F., 2001. City form and natural process—indicators for the ecological performance on urban areas and their application to Merseyside, UK. *Landscape Urban Plann.* 57, 91–103.
- Wood, B.C., Pullin, A.S., 2000. Conservation of butterflies in the urban landscape in the West Midlands. In: *URGENT Annual Meeting 2000 Proceedings*, Cardiff University.
- Yang, J., McBride, J., Zhou, J.X., Sun, Z.Y., 2005. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. *Urban Forestry and Urban Greening* 3, 65e78.
- Yerena I., J. Jiménez, O. Aguirre y E. Treviño. Concentración de carbono en la biomasa aérea del Matorral Espinoso Tamaulipeco. *Revista Chapingo: Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 2011. 17: 283-291.