



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD MÉRIDA

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA HUMANA

*Arbolado urbano en Mérida, Yucatán y su relación con aspectos
socioeconómicos, culturales y de la estructura
urbana de la ciudad*

Tesis que presenta

Ina Susana López Falfán

para obtener el Grado de Maestra en Ciencias
en la Especialidad de Ecología Humana

Directora de Tesis:
Dra. Ana García de Fuentes

Comité Asesor:
Dr. Stephen Rothenberg Lorenz
Dr. Salvador Montiel Ortega
Dr. Roger Orellana Lanza

Mérida, Yucatán

Febrero de 2008

A las mujeres en mi vida, quienes de alguna u otra manera
han dado forma a lo que soy:

Aurelia, mi abuela, a quien extraño mucho
mi mamá, quien siempre me ha permitido elegir mi camino
Te, mi hermanilla, mi más grande apoyo...después de todo ☺
mi tía Ce, quien me ha alentado y cuidado incondicionalmente
mis primas: Irma Leticia, Beatriz Virginia, Cecilia y Nathaly
mis amigas: Acarito, Mariana, Ethel, Lili, Mavs, Michele, Lizbeth, Nadxhie y Nora



AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ana García de Fuentes, por haber aceptado dirigir mi trabajo de tesis y guiarme al buen término de la misma. Por sus valiosos y esclarecedores comentarios y por compartir conmigo sus conocimientos cartográficos y su gran sentido de los aspectos sociales que afectan y dan forma al espacio.

Al Dr. Stephen Rothenberg Lorenz por su apoyo para con el veleidoso análisis estadístico, por introducirme al extraño mundo de la estadística espacial y por el apoyo proporcionado para el término de la tesis.

Mi más sincero agradecimiento a ambos por haber confiado en mis capacidades y por alentarme a seguir en el camino de la investigación.

Al Dr. Salvador Montiel Ortega y al Dr. Roger Orellana Lanza, miembros del comité asesor y al Dr. Eduardo Batllori y al M. en C. José Luis Febles por su interés, comentarios y material proporcionado para el mejoramiento en la estructuración, desarrollo y redacción de la tesis.

Al Biol. Andrés Sierra, por su apoyo en el aprendizaje del manejo de ArcMap y sus tips para la elaboración de mapas.

A la Dra. Susana Pérez, por su apoyo en la redacción del marco teórico y por los mapas e información proporcionados.

Al Dr. Jorge Euán y a Héctor Núñez del Laboratorio de Percepción Remota del Departamento de Recursos del Mar por su apoyo en el procesamiento de la imagen satelital para la obtención de la cobertura, además de facilitar dicha imagen.

A la Ing. Ligia Uc por su paciente ayuda y disposición en la instalación de los programas empleados y en la resolución de problemas con mi equipo de cómputo. A la Sra. Dalila Góngora por su atención siempre amable en la realización de los trámites y papeleo necesarios.

A mis compañeros de generación Martha Uc y Hugo Azcorra, de quienes aprendí que en Yucatán la "x" se pronuncia "sh" y con quienes compartí la intensa experiencia de la maestría, además de galletitas, chocolatitos y cacahuates. Lo mejor para ambos en su camino.

A mi familia, que aunque esté lejos sé que cuento con todo su apoyo y cariño.

A Zappi, mi tabla salvavidas, por estar ahí cuando me dio la histeria.

A Jesús, por compartir su espacio conmigo y hacerme reír durante el tiempo que hemos sido parte uno del otro.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico otorgado durante la maestría (registro No. 199327), y al Departamento de Ecología Humana del CINVESTAV - IPN, Unidad Mérida por proporcionarme las herramientas necesarias en mi formación como Ecóloga Humana.

CONTENIDO

Lista de figuras	iii
Lista de tablas	iv
Lista de anexos	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
III. ÁREA DE ESTUDIO	11
3.1 Ubicación y población de la ciudad	11
3.2 El clima de Mérida	12
3.3 La vegetación y las áreas verdes en la ciudad	14
3.4 Normas vigentes relacionadas a las áreas verdes en el municipio de Mérida y el estado de Yucatán	16
3.5 La fauna urbana de Mérida	17
3.6 Procesos de urbanización y aspectos históricos	18
IV. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	22
4.1 Estructura urbana	22
4.1.1 El equipamiento urbano	23
4.2 Segregación del espacio urbano	24
4.2.1 Migración campo-ciudad y acceso a la tierra como parte de la segregación urbana	26
4.3 Las áreas verdes urbanas	28
4.3.1 Beneficios e importancia de las áreas verdes urbanas	28
4.3.2 Clasificación de las áreas verdes urbanas	30
4.4 El arbolado urbano	30
4.4.1 Beneficios e importancia del arbolado urbano	32
4.4.2 Factores que influyen sobre el arbolado urbano	34
4.5 Confort, calidad ambiental y calidad de vida	36
V. OBJETIVOS	39
VI. METODOLOGÍA	40
6.1 Delimitación del área de estudio: la ciudad de Mérida, Yucatán	40
6.2 Establecimiento de las variables	40
6.2.1 Variables relacionadas con el arbolado urbano	41
6.2.2 Variables socioeconómicas y culturales	42
6.2.3 Variables relacionadas con la estructura urbana	43
6.3 Obtención de la cobertura de arbolado urbano en la ciudad	48
6.3.1 Datos de percepción remota	48
6.3.2 Procesamiento de los datos	49

6.4 Tratamiento de las variables	52
6.4.1 Análisis cartográfico	52
6.4.1.1 Elaboración de mapas	52
6.4.1.2 Zonificación de la ciudad	53
6.4.2 Análisis estadístico	53
6.4.2.1 Autocorrelación espacial global	53
6.4.2.2 Autocorrelación espacial local	55
6.4.2.3 Modelo de regresión espacial	56
6.5 Elaboración de un listado de especies para la ciudad de Mérida	59
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
7.1 Cobertura de arbolado urbano en Mérida, Yucatán	61
7.2 Análisis cartográfico	63
7.2.1 Distribución espacial de la cobertura	63
7.2.2 Cobertura de arbolado urbano por habitante en Mérida, Yucatán	65
7.2.3 Distribución espacial de la población meridana de acuerdo a sus características socioeconómicas y culturales	68
7.2.3.1 Densidad bruta de población	68
7.2.3.2 Población según sus ingresos en salarios mínimos mensuales	69
7.2.3.3 Población inmigrante	70
7.2.3.4 Población hablante de lengua maya	73
7.2.4 Distribución espacial de los atributos estructurales de la ciudad	75
7.2.4.1 Segregación socioeconómica	75
7.2.4.2 Densidad bruta de viviendas habitadas	77
7.2.4.3 Tipología de vivienda	78
7.2.4.4 Etapas de crecimiento o construcción de la ciudad	81
7.2.5 El arbolado urbano y su relación con variables socioeconómicas	83
7.2.5.1 Densidad bruta de población	83
7.2.5.2 Población según su percepción de ingresos en salarios mínimos mensuales	85
7.2.6 El arbolado urbano y su relación con variables culturales	87
7.2.6.1 Población inmigrante	87
7.2.6.2 Población hablante de lengua maya	90
7.2.7 El arbolado urbano y su relación con variables de la estructura urbana de la ciudad	91
7.2.7.1 Segregación socioeconómica	91
7.2.7.2 Densidad bruta de viviendas habitadas	92
7.2.7.3 Tipología de vivienda	94
7.2.7.4 Etapa de crecimiento o construcción de la ciudad	98
7.2.8 Zonificación propuesta para la ciudad de Mérida, Yucatán	100
7.2.8.1 Arbolado urbano por habitante por zonas propuestas	103
7.3 Análisis estadístico espacial	105
7.3.1 Autocorrelación espacial global	105
7.3.2 Autocorrelación espacial local	107
7.3.3 Modelo de regresión espacial	109
7.4 La composición del arbolado urbano meridano	113
7.4.1 Frecuencia de especies por familia	114
7.4.2 Las especies de Mérida en relación a las de otras ciudades	115
7.4.3 Usos reportados para las especies	116
7.4.4 Origen de las especies	121
7.4.5 Tipo de follaje de las especies	123
7.4.6 La composición del arbolado meridano y los antiguos solares mayas	125

7.5 Consideraciones finales	126
VIII. CONCLUSIONES	131
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
ANEXOS	144

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de la ciudad de Mérida, Yucatán.....	11
Figura 2. Distribución de la precipitación al interior de la ciudad.....	13
Figura 3. División de la ciudad en ocho distritos.....	18
Figura 4. Esquema de factores y elementos que conforman la estructura urbana.....	23
Figura 5. Mancha urbana de la ciudad de Mérida, Yucatán.....	40
Figura 6. Delimitación de las 302 AGEs empleadas por el INEGI para el levantamiento de encuestas el XII Censo General de Población y Vivienda 2000.....	40
Figura 7. Imagen en composición de falso color 742 [bandas ETM7 (R), ETM4 (G), ETM2 (B)].....	50
Figura 8. Imagen en "color verdadero" [bandas ETM3 (R), ETM2 (G) y ETM1 (B)].....	50
Figura 9. Imagen en falso color estándar [bandas ETM4 (R), ETM3 (G), ETM2 (B)].....	50
Figura 10. Imagen resultante del NDVI.....	50
Figura 11. Imagen resultante de la clasificación supervisada mediante el método de máxima verosimilitud.....	51
Figura 12. Gráfica de dispersión de Moran.....	54
Figura 13. Gráfica de dispersión de Moran con los diferentes tipos de autocorrelación espacial local.....	56
Figura 14. Cobertura de arbolado urbano para la ciudad de Mérida, Yucatán.....	61
Figura 15. AGEs en las que no se registró cobertura alguna mediante la imagen satelital.....	62
Figura 16. Mapa de cobertura de arbolado urbano considerada en hectáreas para la ciudad de Mérida, Yucatán.....	64
Figura 17. Mapa de cobertura de arbolado urbano considerada como porcentaje de la superficie del AGEB para la ciudad de Mérida, Yucatán.....	64
Figura 18. Mapa de cobertura de arbolado urbano por habitante en m ² para la ciudad de Mérida, Yucatán.....	67
Figura 19. Mapa de densidad de población para la ciudad de Mérida, Yucatán.....	68
Figura 20. Mapa de porcentaje de la población asalariada que percibe más de cinco salarios mínimos mensuales.....	69
Figura 21. Mapa de porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos salarios mínimos mensuales.....	69
Figura 22. Mapa de porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante.....	72
Figura 23. Mapa de porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante interestatal y extranjera.....	72
Figura 24. Mapa de porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante intraestatal.....	72
Figura 25. Mapa de porcentaje de la población de cinco años y más hablante de lengua maya.....	74
Figura 26. Zonificación de la ciudad de Mérida, Yucatán por nivel socioeconómico.....	75
Figura 27. Mapa de densidad bruta de viviendas habitadas para la ciudad de Mérida, Yucatán.....	77
Figura 28. Tipo de vivienda predominante en el AGEB.....	79
Figura 29. Etapas de crecimiento de la ciudad de Mérida, Yucatán.....	82
Figura 30. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación a la densidad bruta de población.....	84
Figura 31. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación al porcentaje de la población asalariada que recibe más de cinco salarios mínimos mensuales por trabajo.....	85

Figura 32.	Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación al porcentaje de la población asalariada que recibe hasta dos salarios mínimos mensuales por trabajo.....	85
Figura 33.	Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación al porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante a la ciudad de Mérida, Yucatán.....	88
Figura 34.	Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación al porcentaje de la población de cinco años y más hablante de lengua maya.....	90
Figura 35.	Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación a las diferentes zonas de nivel socioeconómico de la ciudad.....	92
Figura 36.	Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación a la densidad bruta de viviendas habitadas.....	93
Figura 37.	Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación al tipo de vivienda predominante en cada AGEB.....	95
Figura 38.	Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación a las etapas de construcción de la ciudad.....	98
Figura 39.	Zonificación propuesta para la ciudad de Mérida, Yucatán, integrando la cobertura de arbolado urbano con los aspectos socioeconómicos, culturales y estructurales que se presentan en la ciudad.....	100
Figura 40.	Cobertura de arbolado urbano por habitante en m ² para cada una de las zonas propuestas para la ciudad de Mérida, Yucatán.....	104
Figura 41.	Gráfica de dispersión de Moran para cobertura en hectáreas.....	106
Figura 42.	Gráfica de dispersión de Moran para cobertura como porcentaje del AGEB.....	106
Figura 43.	Gráfica de dispersión de Moran para porcentaje de la población ocupada que recibe más de cinco salarios mínimos mensuales por trabajo.....	106
Figura 44.	Gráfica de dispersión de Moran para porcentaje de la población de cinco años y más hablante de lengua maya.....	106
Figura 45.	Gráfica de dispersión de Moran para porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante.....	107
Figura 46.	Gráfica de dispersión de Moran para densidad bruta de vivienda considerada en viviendas por hectárea.....	107
Figura 47.	Mapa LISA de agrupaciones para cobertura de arbolado en hectáreas con los diferentes tipos de autocorrelación espacial local.....	108
Figura 48.	Mapa LISA de significancia para cobertura de arbolado en hectáreas.....	108
Figura 49.	Mapa LISA de agrupaciones para cobertura de arbolado en porcentaje del AGEB con los diferentes tipos de autocorrelación espacial local.....	108
Figura 50.	Mapa LISA de significancia para cobertura de arbolado en porcentaje del AGEB.....	108
Figura 51.	Gráfica de dispersión de Morán para los residuales del modelo de rezago espacial...	112
Figura 52.	Número de especies por familia.....	114
Figura 53.	Usos reportados para las especies de árboles y arbustos de la ciudad de Mérida.....	117
Figura 54.	Número de especies de acuerdo a su tipo de follaje.....	123

Lista de tablas

Tabla 1.	Temperaturas promedio máximas, mínimas y oscilación térmica registradas en el observatorio meteorológico y las estaciones termopluviométricas de la CNA en la ciudad.....	12
Tabla 2.	Secuencia de crecimiento demográfico y de expansión urbana de la ciudad de Mérida.....	19
Tabla 3.	Criterios para la selección de especies en programas de plantación de árboles para la remoción de contaminantes del aire.....	34
Tabla 4.	Factores que influyen en la conformación y características del arbolado urbano.....	34

Tabla 5.	Población y porcentaje de la población asalariada de acuerdo a su percepción de salarios mínimos mensuales.....	69
Tabla 6.	Coeficientes y probabilidad asociada resultantes del modelo de rezago espacial mediante el método de máxima verosimilitud para conocer el efecto de las variables sobre el porcentaje de cobertura de arbolado urbano.....	110
Tabla 7.	Porcentaje de cambio en el porcentaje de la cobertura conforme a un aumento de 1% en la variable independiente.....	111
Tabla 8.	Porcentaje de cambio en el porcentaje de la cobertura conforme un cambio de 0 a 1 en las variables dicotómicas.....	111

Lista de anexos

Anexo I.	Puntos de verificación de datos de cobertura en Mérida, Yucatán.....	144
Anexo II.	Salidas de GeoDA para las regresiones efectuadas.....	145
Anexo III.	Tabla de datos obtenidos por AGEB en relación a la cobertura de arbolado urbano en Mérida, Yucatán.....	149
Anexo IV.	Claves por Área Geoestadística Básica (AGEB) asignadas por INEGI.....	156
Anexo V.	Ubicación aproximada del fraccionamiento Francisco de Montejo y las colonias Chuburná y Juan B. Sosa.....	157
Anexo VI.	Listado de algunas especies que conforman el arbolado urbano de la ciudad de Mérida, Yucatán.....	158

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto estimar la cobertura del arbolado urbano de Mérida, ciudad capital del estado de Yucatán, México, así como establecer las relaciones que se presentan entre la distribución de dicha cobertura y una serie de atributos socioeconómicos y culturales de la población y de la estructura urbana de la ciudad. Metodológicamente se utilizó el análisis cartográfico a partir de la elaboración de mapas temáticos y se recurrió al análisis estadístico de datos espaciales empleando una regresión mediante el modelo de "rezago espacial". La cobertura se estimó con base en el procesamiento de una imagen Landsat ETM de abril de 2000. De manera complementaria se obtuvo el indicador de cobertura de arbolado urbano por habitante y se elaboró un listado de especies para el arbolado de la ciudad con el propósito de caracterizarlo de manera general en cuanto a su composición y conocer algunos de los usos y servicios que éste ofrece a la población, encontrando que las funciones básicas que cumple son la ornamental, de sombra y la producción de frutos y semillas con valor alimenticio.

ABSTRACT

The present work aims to estimate the cover of urban trees within the city of Merida, capital city of the state of Yucatan, in Mexico. The study also aims to set up the seeming relationships among the distribution of the cover and a series of cultural and socioeconomic population attributes as well as the urban structure attributes of the city. A cartographic analysis method was used from theme map-making. Statistical analysis of spatial data by means of a regression with the 'spatial lag' model was also utilized. The estimation of the cover was obtained on the basis of Landsat ETM imagery from April 2000. An urban tree cover per inhabitant indicator was obtained in a complementary way. A list of tree species was elaborated in order to characterize the urban trees composition and in order to identify some of the uses and utilities that these offer to the population. It was found that trees perform basically functions such as ornamental, shade, as well as production of fruits and seeds with nutritious value.

I. INTRODUCCIÓN

Ante el rápido incremento tanto en número como en extensión de los centros urbanos es importante considerar el estudio de las interrelaciones que se llevan a cabo al interior de estos sistemas entre sus elementos naturales y su población.

Uno de estos elementos naturales es el arbolado urbano, tema central de este trabajo, el cual se ve afectado en su composición, cobertura y distribución por un cúmulo de procesos socioeconómicos, así como por el ambiente que le rodea y del que es parte, y a su vez este arbolado afecta directa o indirectamente a la población y medio ambiente urbanos.

Actualmente es ampliamente reconocida la importancia de los beneficios y servicios ambientales que proporcionan los árboles en el contexto urbano, como la captación de carbono y absorción de otros contaminantes, la liberación de oxígeno, la regulación del microclima y reducción del efecto de las islas de calor, y la producción de alimentos, entre otros. Estos beneficios están ligados a la calidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes urbanos (Li et al., 2005; Garzón et al., 2004; Van Herzele y Wiedemann, 2003; Romero et al., 2001; Rente et al., 1997); varios autores sugieren incluso que en las zonas más pobres de las ciudades es en donde la cobertura de áreas arboladas es menor (Garzón et al., 2004; Aldama et al., 2002; López-Moreno y Díaz-Betancourt, 1991).

Dado lo anterior, se planteó el conocimiento de la distribución del arbolado en la ciudad de Mérida, Yucatán, así como de la relación que guarda esta distribución con ciertos factores socioeconómicos, culturales y estructurales de la ciudad, por las siguientes razones: a) Mérida es una ciudad media claramente segregada socioeconómica y residencialmente, de tal manera que en el norte se concentra la población de mayores recursos y la infraestructura de servicios, más escasos en el sur donde predomina la población de menores ingresos, por lo que resulta interesante conocer si el caso de ésta en relación al arbolado es similar al de otras ciudades; b) por su ubicación en la zona intertropical de tierras bajas, las condiciones climáticas de la ciudad no son las más

confortables para el desarrollo de las actividades cotidianas de la población; especialmente durante los meses más cálidos, la sombra y la función reguladora de microclima proporcionadas por los árboles son benéficas, sin mencionar otras ventajas que aportan, como el suministro de frutales, por ejemplo; y c) es posible percibir aún, en algunas viviendas y zonas de la ciudad, la presencia de la producción tradicional del solar maya o huerto familiar, principalmente en cuanto su aspecto vegetal.

Para el desarrollo de la investigación se recurrió como primer paso a la estimación de la cobertura de arbolado urbano en la ciudad mediante el procesamiento de una imagen Landsat ETM de 2000, así como al establecimiento de ocho variables a relacionar con la cobertura: dos variables socioeconómicas, dos culturales y cuatro de la estructura urbana de la ciudad.

Una vez cuantificada la cobertura del arbolado urbano, se emplearon dos métodos para el análisis de los datos: el cartográfico y el estadístico espacial. Para el primero se realizaron una serie de mapas temáticos, primero para cada uno de los atributos de interés, incluyendo la cobertura, y posteriormente mapas de la cobertura en relación a tales atributos. Para el análisis estadístico espacial se efectuó una regresión empleando el modelo de rezago espacial mediante el método de máxima verosimilitud.

Entre los hallazgos más importantes obtenidos mediante ambos análisis se tiene que efectivamente, como se plantea al inicio de la investigación, existe una relación entre la distribución de cobertura de arbolado urbano en la ciudad de Mérida y las diferencias socioeconómicas, culturales y estructurales que se presentan en la ciudad. Entre los aspectos con las que la cobertura del arbolado se asocia de manera positiva están el porcentaje de hablantes de maya y la población de bajos ingresos, así como el tipo de vivienda popular y la zona más antigua de la ciudad. Por el contrario, la cobertura se encuentra asociada negativamente al porcentaje de inmigrantes, a la zona de nivel socioeconómico medio, a las etapas de más reciente establecimiento de la ciudad y a los tipos de vivienda de densidad alta, particularmente los desarrollos habitacionales de interés social y de interés medio.

Por otro lado, contrario a lo expuesto en la bibliografía referente al tema, en Mérida, cómo se menciona en el párrafo anterior, las zonas con la población de menores ingresos son las que cuentan con mayor cobertura de arbolado urbano, el cual es esencialmente de carácter privado ya que se encuentra al interior de las viviendas, formando agregados principalmente con los de las viviendas vecinas en los centros de manzana.

Como último paso en el desarrollo de la investigación se elaboró, a partir de la bibliografía existente, un listado de las especies que integran el arbolado urbano de la ciudad con la finalidad de caracterizarlo de manera general en cuanto a su composición. En el listado se registraron 139 especies de árboles y arbustos, las cuales cumplen básicamente funciones ornamentales, de sombra y de producción de frutos y semillas con valor alimenticio.

Finalmente, con este trabajo se espera contribuir con elementos de la caracterización del arbolado urbano que sirvan de apoyo en la integración de planes de desarrollo urbano que se enfoquen a mejorar la calidad de vida de los diversos sectores de la sociedad, y del área urbana en general, en el aspecto relacionado con el arbolado urbano, aprovechando al máximo los beneficios que este recurso provee, en la ciudad de Mérida. La planeación y el manejo de las áreas verdes arboladas (existentes y potenciales) en la ciudad deben considerar no sólo los aspectos biofísicos y ecológicos de éstas, sino también su distribución espacial aunada a la distribución de la población de acuerdo a sus propias características y a las de la estructura urbana de la ciudad.

II. ANTECEDENTES

El estudio del arbolado urbano puede abordarse desde diversos enfoques como el ambiental, ecológico, de calidad de vida, urbanístico y arquitectónico, del mercado de la vivienda, etc. El tema ha sido de particular interés en los Estados Unidos y en países como Alemania, China, Argentina y Chile, entre otros más. En el caso de México, se encontraron trabajos referentes al arbolado urbano para las ciudades de México, Monterrey, Guadalajara y Campeche.

A nivel internacional se pueden encontrar trabajos referentes al tema en revistas como *Journal of arboriculture and urban forestry* (anteriormente *Journal of arboriculture*), *Urban forestry and urban greening* y *Journal of forestry*; en México en la revista *Arbórea*, órgano informativo de la Asociación Mexicana de Arboricultura A.C. Otras revistas ligadas al arbolado urbano son aquellas cuya temática se orienta al uso de la percepción remota y los sistemas de información geográfica por ser estas herramientas muy utilizadas en el estudio de las áreas verdes urbanas.

Con la finalidad de proporcionar una idea general de las diversas formas de abordar el estudio de los árboles en los ambientes urbanos y de los múltiples aspectos con los que éstos se relacionan, se presentan a continuación algunas reseñas breves sobre los trabajos encontrados referentes al tema:

Dwyer y Miller (1999) evaluaron los beneficios que proporciona la cobertura de los árboles en la ciudad de Stevens Point, Wisconsin; evaluaron la distribución del espacio abierto en y alrededor de una gran parte de Stevens Point, el ahorro de energía proveniente de un menor uso del aire acondicionado, y la reducción de la escorrentía de agua de lluvia como parte de las funciones de la cobertura existente. Para tal fin, los autores emplearon el programa CITYgreen[®] (un sistema de información geográfica), ortofotografías digitalizadas y realizaron trabajo de campo. De acuerdo a sus resultados, el ahorro monetario de energía anual, debido a una disminución en el uso del aire acondicionado gracias a la sombra que proporcionan los árboles, fue de 126,859

dólares. Encontraron también que en áreas con una alta cobertura de copas los porcentajes y volúmenes de escorrentía son más bajos y viceversa.

Pauleit y Duhme (2000) desarrollaron un trabajo de investigación cuya finalidad fue evaluar el patrón espacial y las funciones ambientales del bosque urbano en la ciudad de Munich, Alemania mediante la aplicación de un sistema de información geográfica, haciendo uso de fotografías aéreas e imágenes en infrarrojo térmico. Estos autores encontraron que la ciudad contaba con una cobertura de árboles y arbustos de aproximadamente 5,400 hectáreas, las cuales correspondían a un 18% de la superficie de Munich. También encontraron que el patrón espacial del bosque urbano en esa ciudad estaba altamente relacionado con la zonificación general de los diferentes usos del suelo y la densidad construida; a mayor densidad construida, menor cantidad de arbolado.

En el año 2000, Dwyer y colaboradores presentaron el documento técnico titulado "Connecting people with ecosystems in the 21st century: an assessment of our nation's urban forests", en donde hacen una primera evaluación nacional de los recursos del bosque urbano en los Estados Unidos y detallan las variaciones en la cobertura de árboles urbanos a través de todo el país. En el documento se ilustra la variación a nivel local, la complejidad y la conectividad de los recursos forestales urbanos y la forma en que estos cambian a través del tiempo en respuesta a un amplio espectro de factores; se abarcan los cambios en cobertura y composición en relación a los aspectos sociales que les afectan, como la densidad de población, por ejemplo. El reporte se centra en la cuantificación y descripción del bosque urbano y sus componentes y también abordan el análisis de la cobertura de los árboles a través de todo Estados Unidos en relación a datos censales de la población de los Estados Unidos.

En el 2001, Nowak y O'Connor fueron los encargados de compilar los trabajos a presentar en el reporte titulado "Syracuse urban forest master plan: guiding the city's forest resource into the 21st century"; una evaluación del bosque urbano de la ciudad. El reporte combina un mapa digital de alta resolución de la cobertura urbana con muestreos en campo en todos los tipos de usos del suelo, un inventario del 100% de los árboles en las

calles y avenidas, una encuesta a los residentes en relación a las características y funciones deseables y no deseables de los árboles y un reconocimiento de los expertos en árboles locales acerca de los más adecuados para su plantación en relación a las diversas condiciones de la ciudad; todo lo anterior con la finalidad de establecer objetivos en cuanto al manejo futuro del bosque urbano de Siracusa para incrementar la cobertura de los árboles, mejorar su salud y consecuentemente incrementar los beneficios que proporciona el arbolado en Siracusa de manera equitativa y sustentable. La cobertura de arbolado urbano en Siracusa es del 26.6% del área total de ésta y cuenta con una composición de 138 especies.

Jensen y colaboradores (2004) evaluaron la calidad de vida urbana mediante el análisis de las relaciones entre las condiciones socioeconómicas observadas y las oportunidades recreativas ligadas al bosque urbano en Terre Haute, Indiana, Estados Unidos, empleando métodos y técnicas de la percepción remota y una regresión de mínimos cuadrados. Los autores determinan la relación entre el índice de área foliar y el parámetro de densidad de población, así como con la interacción de ésta con el ingreso medio y con el valor medio de la vivienda. Sus resultados muestran que el índice de área foliar (LAI-Leaf area index) urbana se relaciona positivamente con el valor medio de la vivienda y con el ingreso medio, y que conforme la densidad de población aumenta el LAI disminuye.

Garzón y colaboradoras (2004) abordaron el tema de la vegetación urbana en los sectores populares y la incidencia de ésta en el mejoramiento ambiental físico y social en comunidades de escasos recursos en San Miguel de Tucumán, Argentina, en donde resaltan la importancia de los espacios verdes (especialmente arbolados) tanto públicos como privados para el mejoramiento de la calidad de vida en estas comunidades. Desarrollaron un proyecto de gestión asociado denominado "Proyecto Verde", el cual intentaba promover la intervención de académicos y de la comunidad en general, incentivando la autogestión, la participación activa y la organización de los sujetos, con el fin de desarrollar lugares habitables a partir del uso de la vegetación como equipamiento urbano, recurso tecnológico y valor nutritivo, incorporando el concepto de tierra urbana

productiva. Ellas encontraron que en algunos barrios de la periferia de la ciudad hay una escasa vegetación en las calles y ausencia de espacios verdes comunes.

Respecto al conocimiento de las áreas verdes y arbolado en México en áreas urbanas, se tienen los siguientes ejemplos de algunas ciudades y zonas metropolitanas del país:

López-Moreno y Díaz-Betancourt (1991) presentan una visión general sobre la diversidad, distribución y abundancia del arbolado en calles, avenidas y banquetas de la ciudad de México, registrando un total de 51 especies, de las cuales el 62.8% eran introducidas y el restante 37.2% eran nativas de México. Respecto a esto último, los autores mencionan que “es importante detectar el grado de modificación de la flora arbórea nativa por especies introducidas y establecer la posible existencia de relaciones entre la riqueza de especies y algunas variables de carácter ambiental y social”. Ellos encontraron que el número de especies era menor en los sitios muestreados nuevos en relación al encontrado en áreas más antiguas de la ciudad. Para su trabajo, los autores registraron las especies de árboles que prosperan en las calles y avenidas de la ciudad de México, su densidad, el tipo de insumos y mantenimiento que se les proporciona y sus principales problemas de salud.

En el estudio “Arbolado urbano en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), Nuevo León, México” de Alanís y colaboradores (2004), se proporcionan los datos de superficie total, superficie de áreas verdes urbanas y área verde por habitante del AMM y los nueve municipios que la conforman. El promedio de área verde por habitante en el AMM es de 3.91 m², con un mínimo de 1.67 m² en el municipio de Apodaca y un máximo de 15.58 m² en el de San Pedro Garza García. Ellos reportan un total de 176 especies de árboles y arbustos para el AMM siendo las especies introducidas las que presentan un porcentaje más alto en relación a las especies nativas. Para estos autores las especies nativas son aquellas originarias del Noroeste de México, Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila, y las introducidas todas aquellas provenientes de otros lugares de México y/o de otros países.

Para la ciudad de Campeche, Niembro-Rocas (1992) da a conocer las especies de plantas más comunes que conforman la flora de la ciudad, haciendo énfasis en su origen, composición distribución e importancia. Para tal estudio efectuó recorridos por la mayor parte de los espacios verdes públicos y privados de la ciudad y mediante investigación bibliográfica determinó el origen y usos que se le dan a las especies que encontró. Finalmente consultó directamente a las personas para conocer acerca de sus preferencias y usos con las que estas especies cuentan. El autor menciona que el flamboyán, el coco y la palma real son las especies más utilizadas en la ciudad y que las colonias residenciales son las que cuentan con una mayor concentración de árboles, en contraste con las nuevas colonias, que son las menos arboladas. Niembro-Rocas reporta 232 especies para Campeche, nativas e introducidas, las cuales agrupó en plantas propias de la región, plantas originarias de las Antillas, Centro y Sudamérica, y plantas originarias del resto de los continentes; y de las cuales 100 corresponden a árboles, 50 a arbustos y siete a palmas.

Sobre trabajos relacionados al arbolado urbano y áreas verdes específicamente en el lugar de estudio se tienen, el de Flores (1993), Sosa y Flores (1993) y el de Orellana y colaboradores (2001); trabajos básicos en la elaboración del listado de especies que se presenta posteriormente.

Flores (1993) presenta los resultados preliminares de sus observaciones en huertos familiares mayas que se encontraban dentro de la ciudad de Mérida para ese entonces. El trabajo formó parte del estudio "Flora ornamental de Mérida" realizado por Sosa y Flores en 1993. Flores muestreó un total de 25 huertos de entre 200 y 1000 m² en diferentes zonas de la ciudad, encontrando 79 especies vegetales de las cuales 36 son introducidas. Flores encontró que en la parte central de la ciudad hay muy pocos huertos representativos dado que han sido ocupados por edificios comerciales; que en la parte norte prácticamente no hay huertos tipo maya dado que han sido sustituidos por jardines ornamentales, y que son las partes sur, este y oeste donde se encuentran los huertos mejor conservados y con mayor riqueza florística. El autor menciona que "debido a la plusvalía del suelo y al avance de la urbanización los huertos de las ciudades van desapareciendo".

El trabajo de Sosa y Flores (1993) es una obra en la que se describen las especies nativas e introducidas de uso ornamental en la ciudad, la información que se presenta incluye su lugar de procedencia y algunos aspectos de utilización y de preferencia de uso por parte de los meridianos. Para este trabajo, los autores realizaron recorridos por la ciudad, registrando especies ornamentales en jardines privados, en 16 parques públicos y calles y avenidas principales de Mérida. Encontraron que el 79.5% de las especies ornamentales encontradas en la ciudad, tanto herbáceas como arbustos y árboles, son introducidas; siendo las más abundantes las provenientes de lugares tropicales de Asia y África. Tan sólo el 20.5% de las especies registradas son nativas de la región. Los autores mencionan que Mérida es una de las ciudades que cuenta con mayor número de especies ornamentales, debido principalmente a la situación geográfica de la ciudad y a sus características tropicales, así como al hecho de que “el cultivo de las plantas de ornato es una costumbre o gusto heredado de los antiguos mayas”.

Orellana y colaboradores (2001) presentan una selección de árboles de diferentes tallas, con funciones de sombra y multipropósito, que de acuerdo a sus características, recomiendan para ser plantados en las aceras de la ciudad de Mérida, contribuyendo así a la conservación del patrimonio natural del estado de Yucatán. El catálogo elaborado por los autores consta de 35 especies de las que presentan su descripción e información sobre su transplante, crecimiento y cuidado, así como información adicional. Además de estas 35 especies, tanto nativas como introducidas, mencionan 24 especies que no recomiendan para su plantación en las aceras. Los atributos que ellos tomaron en cuenta fueron el porte y aspecto del árbol, su tipo de crecimiento y tipo de fuste, las dimensiones que alcanza, su calendario de floración, fructificación y defoliación, el tamaño y dimensiones de sus raíces, así como la profundidad que alcanzan, su resistencia a siniestros como huracanes, su valor estético y la accesibilidad para su adquisición.

Febles (2004) realizó un diagnóstico arquitectónico de tres especies de árboles: *Tabebuia rosea* Bertol, *Terminalia catappa* L. y *Delonix regia* Bojer ex Hook. Raf. impactados por el Huracán Isidoro durante su paso por la ciudad de Mérida en septiembre de 2002; desarrolló una metodología para el diagnóstico de la vitalidad de las especies

mencionadas, a través de las reiteraciones formadas en los árboles como respuesta al paso de los huracanes; empleó también la metodología desarrollada por Hallé, Oldeman y Tomlinson en 1978. Febles analizó diez individuos de cada especie en diferentes fases de desarrollo, ubicados en diferentes parques y avenidas de Mérida. El autor menciona que en la ciudad existen árboles con bajo vigor debido al estrés ocasionado por las condiciones urbanas en las que se encuentran.

Actualmente, el Departamento de Ordenamiento Ecológico del Ayuntamiento de Mérida, está elaborando un escrito titulado "Manual de manejo de las áreas verdes urbanas de Mérida" enfocándose principalmente en el arbolado; su objetivo es presentar un manual que sirva para el manejo y arborización urbana y como apoyo en la planificación de áreas verdes urbanas. También planean elaborar un Sistema de Información Geográfica de las áreas verdes del municipio de Mérida, tanto urbanas como rurales. Consideran contar con una zonificación para el manejo de las áreas verdes de la siguiente manera: cinturón verde, corredores-parques municipales, zonas industriales, zona de solares, barreras contra vientos, zona habitacional pequeña y áreas potenciales.

Un trabajo antecedente relacionado con el presente tema es el de Canto y Pérez (2003) titulado "Comportamiento térmico en la ciudad de Mérida", en donde realizan un primer acercamiento para estudiar las características del fenómeno de islas de calor en esta ciudad. Ellos no encontraron que las temperaturas en el área urbana superen la máxima del entorno, pero sí encontraron un retardo térmico notorio, manteniéndose las temperaturas altas por mayor tiempo en el centro y en la zona poniente de la ciudad. Canto y Pérez ponen un énfasis especial en la importancia de las áreas verdes y en su función reguladora en las condiciones térmicas al interior de la ciudad de Mérida.

Finalmente, cabe mencionar, además de lo ya señalado al principio de este apartado, que hay un sinnúmero de trabajos que abordan el tema del arbolado urbano desde diferentes temáticas como la ecología urbana, arboricultura, recreación, reducción de la contaminación y regulación del clima, entre otros más; siendo muy frecuente el traslape de varias de ellas en un solo trabajo.

III. ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Ubicación y población de la ciudad

La ciudad de Mérida, capital del estado de Yucatán, es la más importante de la región ya que es el centro de las actividades políticas, comerciales, educativas, industriales, financieras y de salud tanto del estado como de toda la Península de Yucatán (Ayuntamiento de Mérida, 2003; García, 2000; Dickinson et al., 1999); se localiza a una altitud promedio de nueve metros sobre el nivel del mar (Canto y Pérez, 2003) y cuenta con una extensión territorial de 17,280 hectáreas; correspondientes al 20% del territorio del municipio de Mérida (Canto y Pérez, 2003; Bolio, 2000; García y Álvarez, 2003) (figura 1).

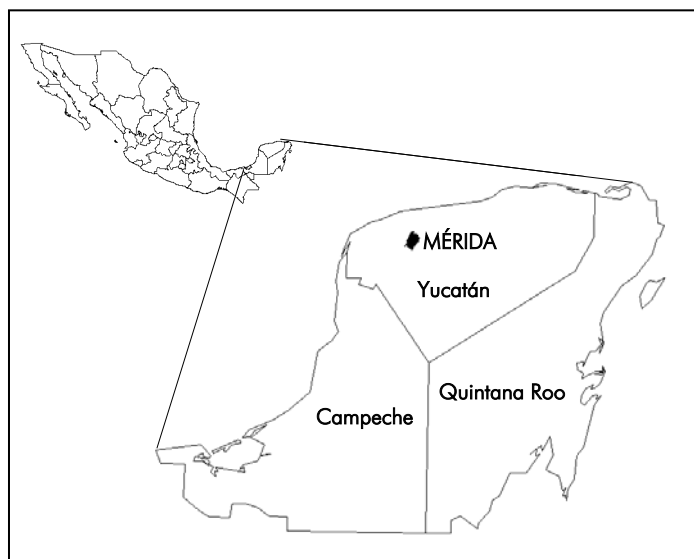


Figura 1. Ubicación de la ciudad de Mérida, Yucatán.

Su población para 2005 era de 734,153 habitantes, siendo el 48% (353,279) hombres y 52% (380,874) mujeres; la población de la ciudad corresponde a cerca del 94% de la población municipal que es de 781,146 habitantes y al 40% de la población yucateca (1,818,948) (INEGI, 2006).

Cabe mencionar que la ciudad ha establecido conurbaciones con los municipios de Umán al sur y Kanasín al oriente, no obstante para este trabajo nos centramos únicamente en la

porción de la ciudad de Mérida que se encuentra al interior del municipio del mismo nombre.

3.2 El clima de Mérida

El clima correspondiente a la ciudad de Mérida, de acuerdo al sistema de Köppen modificado por García en 2004, es Aw0(i')gw"; el más seco de los cálidos subhúmedos, con régimen de lluvias de verano y presencia de canícula; presenta poca oscilación térmica (entre 5 y 7°C) y marcha anual de temperatura tipo Ganges (el mes más caliente es antes de junio) (Canto y Pérez, 2003; García, 1999).

De acuerdo a Canto y Pérez (2003), al interior de la ciudad se presentan temperaturas promedio mínimas anuales que varían entre los 20.5 y 22.5°C; temperaturas promedio máximas entre los 33.0 y 35.1°C, con oscilaciones térmicas entre los 12.3 y 13.8°C (tabla 1). Febles (2004) señala que se puede presentar en la ciudad una temperatura máxima extrema de 39.9°C en mayo y una mínima extrema de 12.6°C en enero. Los meses de más alta temperatura son mayo y junio y los de más baja diciembre y enero (Batllori, 2001)¹.

Tabla 1. Temperaturas promedio máximas, mínimas y oscilación térmica registradas en el observatorio meteorológico y las estaciones termoplumiométricas de la CNA en la ciudad.

Temperatura	Observatorio	Mérida Centro	Gerencia estatal	Emiliano Zapata	CICY	Gerencia regional
Mínimas (A)	20.8°C	21.5°C	21.2°C	20.7°C	20.5°C	22.5°C
Máximas (B)	33.8°C	33.3°C	33.7°C	33.0°C	34.3°C	35.1°C
Oscilación (B-A)	13.0°C	12.3°C	12.5°C	12.3°C	13.8°C	12.6°C

Tomada de Canto y Pérez (2003).

En relación a la precipitación, se tiene que entre el 75 y 80% de las lluvias se presentan en el verano y entre el 5 y 10% durante la temporada invernal (Batllori, 2001). De igual manera, la cantidad de lluvia al interior de la ciudad no se da de manera uniforme, ya que se presenta un gradiente en la precipitación que va de 900mm en el noroeste hasta 1200mm en el este de la ciudad (figura 2).

¹ Los datos de temperatura son registradas en termómetro al abrigo.

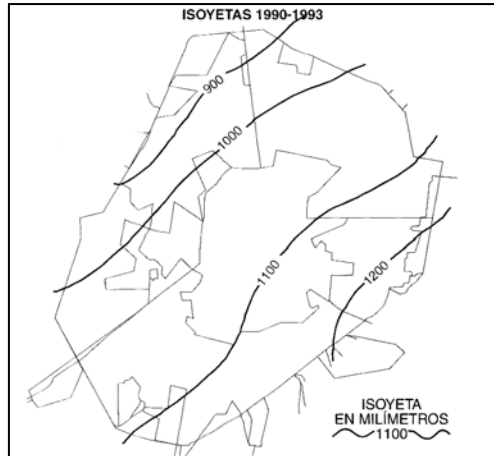


Figura 2. Distribución de la precipitación al interior de la ciudad. Vidal y Herrera (1999). Tomado de Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán.

Batllori (2001) señala que en relación a la duración de las lluvias en Mérida, predominan con mayor frecuencia las lluvias de treinta minutos, y con menos frecuencia se presentan las de sesenta y diez minutos; menciona además que debido a la combinación de las altas temperaturas con abundante vegetación, la evapotranspiración en la ciudad resulta ser de casi el 85% de la precipitación.

El valor promedio mensual de humedad relativa en la ciudad es de 76%; los meses con mayor humedad relativa son agosto, septiembre y octubre con valores promedio mensuales entre 82 y 84%, mientras que los meses con menor humedad relativa son marzo, abril y mayo con valores que van de 65 a 68% (Batllori, 2001). La alta humedad, junto con las altas temperaturas, son las causas principales del poco confort climático que se experimenta en la ciudad, lo que fomenta además el uso del aire acondicionado y a su vez un mayor consumo de energía.

Otro aspecto importante en cuanto a las características climáticas de la ciudad es que, debido a su ubicación geográfica, al igual que todo el estado y la Península de Yucatán, se encuentra expuesta al paso de huracanes o ciclones tropicales durante los meses de junio a noviembre, principalmente por aquellos que se desarrollan en el Océano Atlántico y muy raramente por aquellos que cruzan desde el Océano Pacífico al Golfo de México. (Gobierno del Estado de Yucatán, 2006).

Mérida se ha visto expuesta a los efectos destructivos de tales fenómenos meteorológicos y es de particular notoriedad en la ciudad el paso del huracán Isidoro en septiembre de 2002. Este fenómeno tuvo efectos importantes en la configuración del arbolado de la ciudad en cuanto a su composición y cobertura, derribando principalmente a aquellos árboles que se encontraban enfermos o en mal estado, así como a aquellos cuya especie no estaba adaptada a este tipo de condiciones.

3.3 La vegetación y las áreas verdes en la ciudad

La vegetación potencial, es decir, la que habría en la zona ahora ocupada por la ciudad de Mérida, corresponde a la de Selva Baja Caducifolia² (Batllori, 2001; González-Iturbe et al., 1999); no obstante en la actualidad esta vegetación al interior de la ciudad ha sido modificada por la acción del hombre, quien ha introducido especies provenientes de otras regiones y continentes, por lo que la vegetación actual del área urbana de Mérida se encuentra constituida tanto por especies nativas (correspondientes a este tipo de vegetación y otros que se encuentran en la Península de Yucatán) como por especies introducidas (Ayuntamiento de Mérida, 2003).

Según el Ayuntamiento de Mérida (2003), la ciudad cuenta con 2,935,937.04 m² de áreas verdes públicas, y un promedio de 4m² por habitante, las cuales se distribuyen en parques, avenidas, isletas y andadores, entre otros sitios, de los que el mismo Ayuntamiento resalta los siguientes:

- La Plaza de Armas, conocida como Plaza Principal o Plaza Grande, que se caracteriza por sus numerosos árboles de laureles (*Ficus retusa* L. var. *nitida* Miq.).
- Parque de Santa Lucía, con la presencia de guayas cubanas (*Melicoccus bijugatus* L.).
- Parque de las Américas, con árboles como el balché (*Lonchocarpus longistylus* Pittier), árbol ceremonial de los mayas con el cual preparaban su bebida para los rituales, así

² Este tipo de vegetación se establece en climas de tipo Aw. Prácticamente el 100% de sus árboles tiran el follaje en la época seca del año, por ello presenta dos aspectos estacionales contrastantes, el gris o café de la época seca y el verde de la lluviosa. Es una comunidad arbórea muy densa, con árboles de entre 8 y 10 metros de altura. Se ramifican a corta altura e, incluso, casi desde la base. El periodo de floración empieza a finales de la época de sequía cuando los árboles están sin hojas (Durán y Olmsted, 1999).

como una serie de árboles introducidos de Asia y África que presentan flores llamativas en determinadas épocas del año.

- Parque del Centenario, inaugurado en 1910 para conmemorar los 100 años de la Independencia de México y que alberga especies nativas como el ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), el ciricote (*Cordia dodecandra* A. DC.) y otras introducidas, como los laureles de la India (*Ficus benjamina* L.) en la entrada.
- Entre las avenidas más arboladas están el Paseo de Montejo; donde una buena parte de los árboles son ramón, y la avenida Colón; con robles (*Ehretia tinifolia* A. DC.) principalmente.

También, de acuerdo al Ayuntamiento de Mérida (2003), la ciudad cuenta con 433 parques urbanos, con una superficie de área verde de 247,397 m².

Uno de los principales factores que contribuyen a la pérdida de cobertura vegetal, principalmente arbórea, al interior de la ciudad, es la tala de árboles para la construcción de viviendas y otras edificaciones, así como la realizada para proteger la red de electrificación³. Además, debido a que algunos árboles rompen los cimientos de las viviendas y/o la carpeta asfáltica, producen hojarasca que algunas veces se considera como basura, y a que las ramas disminuyen la visibilidad de los negocios y edificaciones, entre otras situaciones, eventualmente estos árboles son removidos (Ayuntamiento de Mérida, 2003).

Finalmente, en cuanto a la cobertura vegetal de la ciudad, es importante señalar la existencia (por lo menos hasta 1993) de solares al interior de la ciudad de Mérida. Flores (1993) menciona en los resultados de su estudio que en las porciones sur, este y oeste de la ciudad, había huertos o solares muy bien conservados y con una importante riqueza florística; a diferencia de la zona norte de la ciudad, en donde encontró que los huertos habían sido sustituidos por jardines ornamentales. Este tipo de sistemas, de seguir

³ En diciembre de 2005, empleados de la Comisión Federal de Electricidad realizaron “podas” a varios árboles en ciertas zonas de la ciudad sin contar con un permiso previo del Ayuntamiento, la intención era evitar que las copas interfirieran con el cableado de electrificación, por lo que dejaron a algunos árboles completamente sin copas (Diario de Yucatán, 4 de diciembre de 2005, página 1 de la sección local).

existiendo al interior de la ciudad, contribuyen de manera importante a la cobertura arbolada de la ciudad, así como a la diversidad de especies de la misma.

3.4 Normas vigentes relacionadas a las áreas verdes en el municipio de Mérida y el estado de Yucatán

Un aspecto importante relacionado con la configuración del arbolado urbano y de las áreas verdes de la ciudad, es el relativo a las normas y políticas que se proponen e implementan con la finalidad de mejorar la cobertura vegetal para beneficio de la población meridana. Al respecto, se encontró lo siguiente en las leyes y reglamentos vigentes en el Municipio de Mérida y el Estado de Yucatán:

La Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán (1995), capítulo II, artículo 50: de los usos y destinos del suelo, señala que uno de estos usos de suelos podrá ser el de áreas verdes, sin embargo, no se establecen los criterios que deben de seguir estas áreas verdes.

En el Reglamento de Construcciones del Municipio de Mérida (2004), capítulo IV: sobre restricciones y normas del uso de suelo, en el artículo 100, se presenta una tabla con los porcentajes mínimos de área verde ajardinada que deben tener las construcciones de acuerdo al tipo de uso de suelo, variando entre 3% en áreas de vialidad local habitacional y equipamiento (dependiendo de la zona de ubicación) y 42.5% en las áreas de patrimonio natural.

En el Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Mérida 2003 en el apartado de "Estrategias", se menciona que "en el diseño de la infraestructura urbana, las calles y las avenidas deberán incluir la presencia del árbol y dejar áreas verdes con la vegetación existente".

Los artículos del 98 al 116 del capítulo II; de la protección a los árboles, del título cuarto; protección del patrimonio natural del Reglamento de Protección al Ambiente y del Equilibrio Ecológico del Municipio de Mérida (2005), están dedicados a establecer las

acciones a realizar, o no, con respecto a los árboles públicos de la ciudad, los cuales, de acuerdo al artículo 98 del mismo reglamento son propiedad del Ayuntamiento. En este documento se dan los lineamientos para la poda, derribo y trasplante de los árboles públicos y se proporciona también una lista de las especies *recomendadas* y *permitidas* para su plantación, especificando su porte (si es una especie pequeña, mediana o grande) y el lugar en que pueden ser plantadas según tamaño de la calle, avenida y/o camellón. En el artículo 114 se especifica que “en caso que la especie de árbol que se desea transplantar no se encuentre en este listado, se deberá consultar a la Subdirección de Ecología, o área encargada, a través de los medios que ésta designe” para obtener la autorización de plantado de la especie. El artículo 116 establece que “el Ayuntamiento, por sí o a través de la Subdirección de Ecología o área encargada, realizará campañas de introducción de especies nativas en los parques, jardines y áreas verdes de jurisdicción municipal en el municipio de Mérida”.

En el artículo 11 del capítulo segundo; de la clasificación de los fraccionamientos, de la Ley de Fraccionamientos del Estado de Yucatán (1985) se establece que “las áreas verdes, jardines y camellones deberán ser entregados con las plantas y árboles de la región, según se especifique en el correspondiente Reglamento Municipal de Construcciones, así como sus tomas de riego, independientes del sistema de agua potable”.

3.5 La fauna urbana de Mérida

Algunas especies comunes a encontrar dentro de la mancha urbana de Mérida son el zorro o tlacuache (*Dydelphis marsupialis* L.) y las iguanas (*Ctenosaura similis* Gray e *Iguana iguana* L.). En los parques se pueden observar diferentes especies de aves de canto y colorido llamativo, como las yuyas (*Icterus gularis* Wagler, *I. auratus* Bonaparte), cenizotes (*Mimus gilvus* Vieillot), pájaros tho (*Eumomota superciliosa* Sandbach, *Momotus momota* L.), loros (*Amazona albifrons* Sparman, *A. xantholora* Gray), cardenales (*Cardinalis cardinales* L.), pájaros carpinteros (*Melanerpes pygmaeus* Radgway, *Melanerpes aurifrons* Wagler) y tortolitas (*Columbina talpacoti* Temminck), entre otras. Algunas especies migratorias provenientes de Alaska, Canadá y los Estados Unidos

terminan sus viajes en América Central y del Sur, visitando la ciudad dos veces al año (Ayuntamiento de Mérida, 2003). También, se ha observado la presencia de murciélagos de varias especies (Arita, 1997), así como ardillas (*Sciurus yucatanensis* Allen) en áreas arboladas de la ciudad. Cabe mencionar que en estas áreas también se encuentran especies consideradas plaga, como *Quiscalus mexicanus* Gmelin (xkau o zanate mexicano) y *Dives dives* Licht (pich' o tordo cantor).

3.6 Procesos de urbanización y aspectos históricos

Al interior del Municipio de Mérida, como ya se comentó, se encuentra el área urbana que corresponde a la ciudad de Mérida, la cual, según García y Álvarez (2003) está bien definida, centralizada y “delimitada”⁴, dividida en ocho distritos y 450 colonias y fraccionamientos (figura 3).

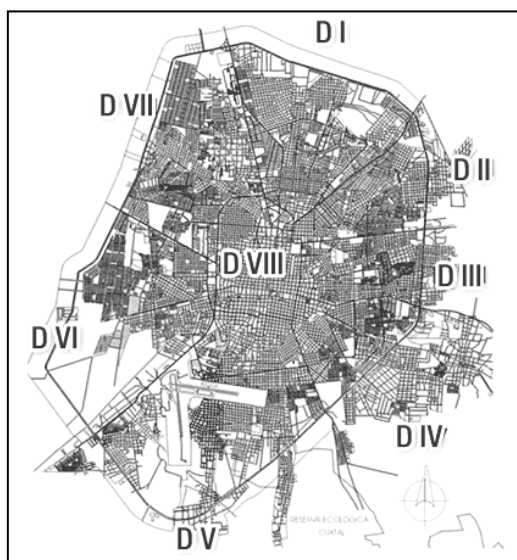


Figura 3. División de la ciudad en ocho distritos. Tomado de www.merida.gob.mx.

El área urbana ha tenido un proceso de ocupación territorial paulatina que ha llegado al punto de no contar con reserva territorial para su crecimiento y el desarrollo de ésta ha tenido la tendencia a la extensión física horizontal de la superficie construida (García y

⁴ El límite de la ciudad, según el Ayuntamiento de Mérida (2003) es el Anillo Periférico “Lic. Manuel Berzunza”, no obstante, la ciudad se ha expandido, sobrepasando de manera considerable dichos límites y estableciendo conurbaciones con los municipios de Umán y Kanasín principalmente.

Álvarez, 2003). Las repercusiones de esta expansión se manifiestan desde la década de 1970 cuando se inicia la construcción masiva de vivienda de interés social (García, 2000) y es a partir de esas fechas que se da un rápido crecimiento tanto en extensión física de la ciudad, como en su población; la cual creció de manera natural (debido a los nacimientos) y social (debido a la migración). A diferencia de lo que acontece en otras ciudades, en donde la población crece más rápido que la ciudad, por lo que la densidad aumenta, Mérida crece más en extensión que en población, ocasionando que haya una disminución en la densidad de población en la ciudad (tabla 2).

Tabla 2. Secuencia de crecimiento demográfico y de expansión urbana de la ciudad de Mérida.

Ciudad de Mérida	1950	1970	1990	1995	2000
POBLACIÓN (habitantes urbanos)	142 900	212 100	523 400	611 700	662 530*
SUP. URBANA (hectáreas)	3 056	4 964	12 391	15 202	17 280
DENSIDAD (habitantes x hectárea)	46.7	42.7	42.2	40.2	38.3

Tomada y modificada de Bolio (2000). * Cifra tomada de SCINCE 2000 de INEGI para Yucatán.

García y Álvarez (2003) señalan que “para que el desarrollo y la consolidación de la ciudad se acelerara en los últimos 30 años contribuyeron en gran medida, el desplazamiento de la población rural yucateca hacia la capital del Estado, el crecimiento de la población urbana y la migración interestatal, debida a las facilidades que presenta la ciudad de Mérida en cuanto a la obtención de tierra y vivienda, disponibilidad de fuentes de empleo, equipamiento de calidad en cantidad suficiente, capacidad de atención en los servicios, vías de transporte y de comunicación que favorecen a los negocios, además de una diversidad de posibilidades para la recreación, el esparcimiento, el deporte y la cultura”.

En la dinámica urbana hay diversos factores y de múltiple naturaleza, que conllevaron a la expansión drástica, tanto física como demográfica, de la ciudad de Mérida a partir de los setentas. En el crecimiento de la ciudad incidieron claramente, e inciden todavía, aspectos políticos, institucionales, históricos, de mercado del suelo, así como el comportamiento de vendedores y empresas constructoras, al igual que el de la creciente población que demanda viviendas, equipamiento y servicios (García y Álvarez, 2003).

En relación a lo anterior, Bolio (2000) presenta lo que él denomina trece explicaciones hipotéticas del crecimiento urbano de Mérida bajo los siguientes enunciados:

1. Topografía y medio natural favorables, sin obstáculos al crecimiento de la ciudad.
2. Clima tropical, caluroso y húmedo, que condiciona menores densidades constructivas. Empleo tradicional del patio en la vivienda y generosidad de espacios abiertos en la ciudad “antigua”.
3. Suelo periférico agrícolamente improductivo (cuando el henequén era buen negocio, Mérida no se expandió tanto).
4. Suelo periférico de tenencia predominantemente ejidal desde la década de los cuarenta. Ocupación y comercialización ilegales hasta 1985. Fuerte especulación con el suelo urbano.
5. Manejo inadecuado de una reserva territorial de aproximadamente ocho mil hectáreas. Sobreoferta y acaparamiento elitista del suelo urbano.
6. La política de suelo y vivienda se desarrolló al margen de leyes, planes y programas urbanos.
7. La industria de la construcción y el negocio de “hacer ciudad” funcionaron en los 1970’s y 1980’s como válvulas de escape para la crisis final de la industria henequenera, al constituirse en la más importante fuente de empleo y en la segunda rama de inversión pública y privada.
8. Las oportunidades de inversión atractiva en los sectores agropecuario y manufacturero de Yucatán son escasas. La economía metropolitana de Mérida es la más rentable y dinámica para la inversión de capital.
9. La proliferación del automóvil, el desarrollo del transporte urbano motorizado y los subsidios a los combustibles hasta 1982, propiciaron la extensión de la ciudad y la construcción de fraccionamientos campestres distantes.
10. La relación histórica ciudad-puerto⁵ y la polarización socio-económica y espacial de la estructura urbana, han promovido un mayor crecimiento hacia el norte de la ciudad.

⁵ Se refiere principalmente al Puerto de Progreso que se encuentra al norte de la ciudad a una distancia de 33 km aproximadamente.

11. La Ley Agraria de 1993 del régimen Salinista facilitó aún más la incorporación del suelo ejidal (el todavía no apropiado) al mercado formal del suelo urbano.
12. El contexto actual de globalización favorece el dinamismo económico de Mérida. En consecuencia, una fuerte migración de grupos de alto y mediano ingreso a la ciudad, reactiva el mercado de la vivienda.
13. La inexistencia de una estrategia unificada y coordinada entre los tres ámbitos de gobierno (federal, estatal y municipal) para la regulación del crecimiento urbano y el ordenamiento efectivo de los usos del suelo.

Por otro lado, debido al constante crecimiento de la ciudad, y la forma en que se ha dado, se han generado espacios diferentes dentro de la misma ciudad por la interacción de las relaciones sociales de propiedad, de producción y de poder político (García y Álvarez, 2003), lo que su vez ha ocasionado la existencia de una estructura espacial de la ciudad claramente segregada, en donde en el norte se ubica la zona moderna y desarrollada y en el sur, la subdesarrollada y marginada, superponiéndose ambas zonas en el oriente y poniente (Pérez, 2000).

Mérida, en su dicotomía norte-sur, presenta una segregación tanto residencial como socioeconómica. En la zona norte se concentra la población con ingresos mayores a los 10 salarios mínimos mensuales, así como la mayoría de las viviendas residenciales y de clase media; a diferencia del sur, en donde se encuentra principalmente la población que obtiene ingresos menores a tres salarios mínimos al mes. En el sur no se encuentran viviendas de tipo residencial ya que predominan las viviendas populares y marginadas (Dickinson et al., 1999; Mapa de tipología de vivienda, 1999).

Pérez (2000) destaca que la segregación socioeconómica y residencial de Mérida estableció, entre otras cosas, un sistema dual de funcionamiento desde el punto de vista del consumo de bienes y de servicios en general, y en particular de abasto y de recreación.

IV. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

4.1 Estructura urbana

Las ciudades son escenarios del despliegue de un vasto sistema de relaciones sociales, políticas, culturales y simbólicas que influyen en la construcción, utilización y modificación del espacio urbano⁶. Los pobladores, según su posicionamiento socioeconómico y cultural y su ubicación en el espacio urbano, utilizan este espacio a través de sus prácticas cotidianas y mediante éstas lo construyen en forma física y social (Fuentes, 2005).

El espacio urbano se encuentra estructurado en relación a la forma interna de la ciudad y a la distribución, organización y funcionamiento de los elementos urbanos dentro de la misma como resultado de las propias necesidades humanas, por lo que los procesos sociales que se refieren a este espacio expresan los determinismos de cada forma urbana y de cada periodo de la organización social (Castells, 1997; Rojas, 1985); de esta manera, la forma física y social a la que nos referimos y que es transformada en espacio y tiempo, es la estructura urbana.

La estructura urbana está físicamente determinada y puede presentar límites fijos; es una unidad definida por factores económicos, demográficos y políticos, y es una estructura en la medida en que sus elementos y soportes mantienen cierta relación, aunque ello no implica necesariamente que ésta sea armónica (Fuentes, 2005).

Los elementos de la estructura urbana, su conformación, mantenimiento, ubicación, tamaño y tratamiento, entre otros, son, de acuerdo a Folch (1999), elementos cargados de información histórica, política y ambiental, la cual es imprescindible para la comprensión de la realidad socioecológica local y global de los asentamientos urbanos actuales. Al respecto, Castells (1997) señala que la estructura urbana debe interpretarse

⁶ Los lugares urbanos, son definidos por Johnston et al. (2000) como aquellos que están por encima de un determinado tamaño y densidad de población, que engloban funciones económicas concretas dentro de la división espacial del trabajo, y que tienen sus propios estilos de vida. En México, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) considera como medio urbano a aquellas localidades con 2500 habitantes o más (INEGI, 2005). En el ámbito académico Luis Unikel estableció en la década de los 1970's una población mínima de 15,000 habitantes para distinguir a los lugares urbanos en México, de aquellos que no lo son (Villalvazo et al., 2002).

como el resultado de procesos de producción, consumo e intercambio que se materializan en las distintas formaciones socioeconómicas y en diversos periodos históricos.

En la figura 4 se esquematizan los planteamientos señalados en cuanto a la producción y conformación de la estructura urbana, además de la forma como sus factores y elementos se relacionan con el objeto de estudio del presente trabajo; las áreas verdes arboladas o arbolado urbano.

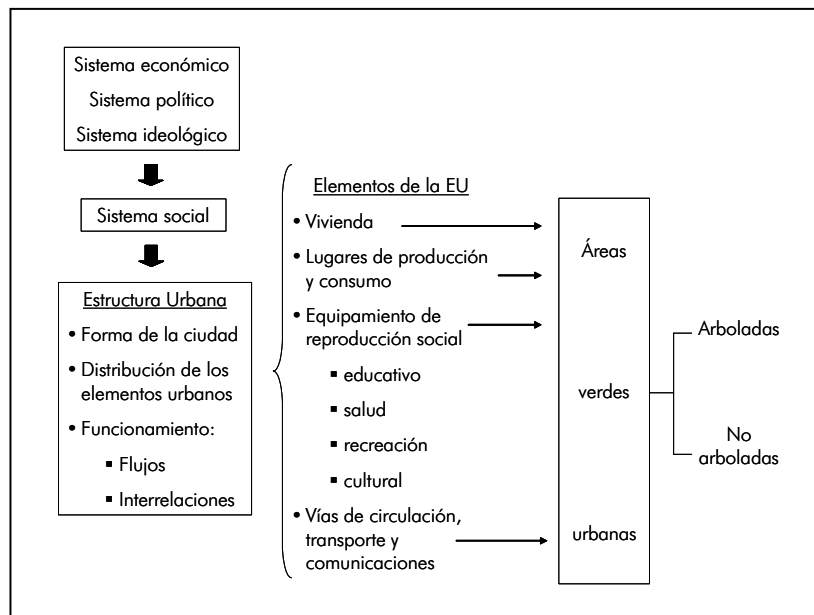


Figura 4. Esquema de factores y elementos que conforman la estructura urbana. La distribución y funcionamiento de los elementos de la estructura urbana afectan el monto y distribución de las áreas verdes urbanas, tanto arboladas como no arboladas, las cuales a su vez pueden formar parte de cada uno de los elementos de la estructura urbana.

4.1.1 El equipamiento urbano

Dentro de la estructura urbana, el equipamiento urbano constituye un elemento importante en la configuración del espacio urbano, al igual que los usos residenciales y las actividades económicas. El equipamiento urbano se refiere a los espacios urbanizados y en muchos casos edificados destinados a las actividades de reproducción social, los cuales hacen posible a los ciudadanos su educación, su enriquecimiento cultural, su salud y su bienestar; factores íntimamente vinculados a la existencia de una calidad de vida adecuada a su presente y futuro inmediato; los equipamientos más significativos son los educativos, los sanitarios, y los relativos a los servicios sociales, los deportivos y los

culturales. Una vez que se resuelve el problema prioritario de la vivienda, la ciudad demanda equipamientos urbanos (Zoido et al., 2000).

El nivel de equipamiento y de servicios en cuanto a calidad y cantidad, es un factor que, junto con los demás elementos de la estructura urbana, propician la existencia de zonas espaciales con características que proporcionan bienestar o calidad de vida, o que por el contrario producen costos, incomodidades e insatisfacciones (Pérez, 2000).

Al respecto, el arbolado urbano es uno de estos elementos que tienen el potencial de proporcionar bienestar a la población (como se verá más adelante) y que se encuentra inmerso dentro de cada uno de los componentes de la estructura y del equipamiento urbanos; se le encuentra dentro y entre las viviendas, en parques y jardines públicos, así como en camellones y avenidas. Sin embargo, la existencia de los espacios verdes implica también un compromiso tanto de las autoridades administrativas de las ciudades como de sus moradores, ya que éstos requieren insumos constantes, mantenimiento, cuidado y constante limpieza para la preservación de su salud.

4.2 Segregación del espacio urbano

Las estructuras urbanas como marco de vida de un número creciente de habitantes de la tierra están sufriendo acelerados cambios producto del crecimiento físico y demográfico de las ciudades⁷, del desarrollo tecnológico y de la complejidad social e ideológica generados en los grandes movimientos migratorios en todas las escalas (Pérez, 2006). Resultado de lo anterior son la dispersión, la fragmentación y la segregación del espacio urbano, no obstante, nos centraremos aquí en la segregación.

La segregación urbana puede considerarse de las siguientes maneras de acuerdo a Pérez, 2006 y Domínguez, 2004:

⁷ Las ciudades representan hoy el modo de vida dominante en los países desarrollados y la tasa de urbanización en el mundo continuará acelerándose durante las siguientes décadas, particularmente en los países en vías de desarrollo (Vlahov et al., 2005). Según las proyecciones actuales, tres cuartas partes de la población mundial vivirá en áreas urbanas para el 2030 (Galea et al., 2005).

1. Como una representación de la división de los espacios urbanos de acuerdo a la distribución territorial de los diferentes grupos socioeconómicos (segregación socioeconómica).
2. Como una diferenciación de la vivienda sumada a una desigual distribución de equipamientos y servicios (segregación residencial).
3. Como una diferenciación especializada en el uso del suelo (segregación funcional).

Si nos centramos tan solo en la segregación residencial, tenemos que para Castells (1997), la segregación territorial de la vivienda expresa la tendencia de los individuos a agruparse según sus características económicas, étnicas y/o culturales, generando zonas de fuerte homogeneidad social interna y de fuerte disparidad social entre ellas. La distribución residencial produce reagrupaciones en función de sus rentas, del estatus profesional, del nivel de instrucción, de la pertenencia étnica, de la fase del ciclo de vida, etc.

La distribución de las residencias en el espacio origina su diferenciación social y especifica el paisaje urbano⁸ ya que las características de las viviendas y de su población fundamentan el tipo y el nivel de los equipamientos y de sus funciones (Castells, 1997); la estratificación social provoca a su vez la estratificación espacial, la cual se refleja en la segregación de áreas ocupadas por grupos sociales y entornos morfológicos semejantes (Estébanez, 1992 citado por Pérez, 2000).

Castells (1997) considera las siguientes determinaciones sobre la estructura del espacio residencial:

- *A nivel económico* obedece a la distribución de la vivienda entre los individuos y a la específica distribución de ésta dentro del espacio urbano. La implantación de los lugares de producción también ejerce una influencia indirecta a través de la situación en la red de transportes, lo cual obliga a considerar la segregación de modo mucho

⁸ El paisaje urbano se define de acuerdo a Zoido et al. (2000), como aquella combinación de rasgos visibles que confieren a un espacio urbano una fisonomía propia, valorándose en estos rasgos sus capacidades para reflejar aspectos de la sociedad de la cual son expresión.

más dinámico, vinculado a la capacidad del desplazamiento y de acceso en relación a los puntos estratégicos de la trama urbana.

- A nivel *político-institucional*, la “democracia local” tiende a reforzar la segregación practicando una política de equipamiento en función de los intereses de la población dominante de cada unidad administrativa.
- A nivel *ideológico*, dos movimientos muy diferentes fomentan la segregación residencial.
 1. Por una parte, la relativa autonomía de los símbolos ideológicos respecto a los lugares ocupados en las relaciones de producción origina interferencias en las leyes económicas de distribución de los sujetos entre los tipos de vivienda y de espacio. Sin embargo, estas especificaciones se sitúan dentro de ciertos límites económicamente determinados.
 2. Por otra parte la correspondencia entre una situación social y una implantación espacial puede reforzar tendencias a la autonomización ideológica de ciertos grupos y conducir a la constitución de comunidades que, por un lado, refuercen aún más las distancias sociales y espaciales, y que por otro, les den un sentido dinámico transformando la diferencia en contradicción.
- El nivel de la *lucha de clases* ejerce también una influencia en las formas y en los ritmos de la segregación. Las relaciones entre las propias clases, una situación de lucha abierta refuerza la fragmentación espacial, y por el contrario, donde existe la subordinación total y donde la dominación de una clase sobre otra es aceptada a todos los niveles, puede darse incluso una mezcla residencial en la que las clases dominantes y dominadas viven el mismo barrio, aunque en condiciones muy distintas.

4.2.1 Migración campo-ciudad y acceso a la tierra como parte de la segregación urbana

La población urbana, de acuerdo a Miller (1994), crece de dos maneras, 1) por aumento natural mediante los nacimientos (siempre y cuando la tasa de nacimientos sea mayor que

la tasa de mortalidad) y 2) por inmigración, proveniente de otras áreas urbanas, pero principalmente por la que se da desde las áreas rurales, siendo el principal atractor en el caso de esta última, la búsqueda de una vida mejor en la ciudad.

Estos procesos de migración de las áreas rurales a las urbanas en busca de mejores condiciones de vida frecuentemente conllevan a la marginalización y pobreza de los inmigrantes en las ciudades, al establecimiento de éstos en zonas donde la infraestructura urbana es deficiente y en donde la salud, la calidad ambiental y la calidad de vida no son las mejores ni las más deseables. Es decir, los inmigrantes rurales contribuyen a la subsistencia de los procesos de segregación urbana ya existentes antes de su llegada.

Como una de las consecuencias de la migración campo-ciudad, se ha generado la ocupación desordenada de suelo, con problemas cada vez más complejos como el aumento en las demandas por la vivienda, los servicios básicos y el equipamiento necesarios, lo que provoca a su vez desequilibrios ambientales, sociales, económicos y políticos que afectan las condiciones de vida de los habitantes urbanos (Brockerhoff, 2000; García, 2000; Zoido et al., 2000).

García (2000) señala que el mercado de la tierra origina la segregación espacial ya que el sector que cuenta con más recursos tiende a vivir en las zonas de mayor calidad, en contraposición al sector de bajos ingresos que se asienta en terrenos no adecuados por su tipo y tenencia, sin servicios de infraestructura y equipamiento, sin condiciones de habitabilidad, de difícil acceso y escaso transporte.

En México se dio el fenómeno generalizado de crecimiento poblacional urbano acelerado a partir de la década de 1970, siendo esta población la que empezó a dominar en relación a la población rural, lo cual conllevó a su vez la generación de más viviendas en el medio urbano (García, 2007), causando la expansión física de las ciudades y la proliferación de estas. La ciudad de Mérida no escapa a tal fenómeno, experimentando un crecimiento poblacional acelerado a partir de la misma década, cómo ya se comentó anteriormente, principalmente según Cota (2007) debido a "la crisis henequenera que

trajo consigo cambios económicos, sociales y culturales, no sólo en la capital, sino en todo el Estado”.

4.3 Las áreas verdes urbanas

El término “áreas verdes urbanas” es un genérico cuya aplicación abarca una amplia gama de lugares con vegetación al interior de las ciudades. Gómez y colaboradores (2001) consideran a las áreas verdes (green zones) como todas aquellas áreas cubiertas con vegetación, ya sea espontánea o introducida por el hombre. Al respecto, las áreas verdes urbanas pueden entenderse como aquellas áreas con cualquier presencia de vegetación, que varía desde la consideración de las áreas cubiertas con pasto únicamente, pasando por las glorietas, calles con árboles y/o arbustos, los parques y jardines públicos, los jardines y traspatios privados, jardines zoológicos y botánicos, hasta los parques ecológicos.

4.3.1 Beneficios e importancia de las áreas verdes urbanas

Rente et al. (1997) y Sorensen et al. (1998) señalan que las áreas verdes urbanas proporcionan tres tipos de beneficios: materiales, sociales y ambientales. Entre los beneficios *materiales* se incluyen la leña, alimento, especias, forraje, fibras, medicinas, postes y otros productos. Los beneficios *sociales* están relacionados con la salud pública, la recreación, factores estéticos y al bienestar general. Los beneficios *ambientales* incluyen en control de la contaminación del aire y el ruido, la modificación del microclima, y un realce del paisaje con impactos positivos en la psique humana y la educación.

Por lo anterior, según Rente et al. (1997), el establecimiento de las áreas verdes urbanas implica actividades y enfoques interdisciplinarios debido a que éstas constituyen un campo de estudio más orientado a la gente, enfatizando los beneficios sociales y económicos, con especial atención en la población de recursos limitados y en el establecimiento y mantenimiento de estas áreas verdes.

Aunque si bien las áreas verdes urbanas no son la panacea para cada mal urbano actual, éstas pueden contribuir, mediante su manejo adecuado, a resolver varios problemas sociales, ambientales e incluso económicos, y crear un ambiente deseable y saludable en el cual vivir (Sorensen et al., 1998).

La Organización Mundial de la Salud, recomienda la disponibilidad de un mínimo de nueve metros cuadrados de espacio verde por habitante⁹, Alanís et al. (2004) mencionan que las recomendaciones establecidas en cuanto al monto de áreas verdes por habitante en ambientes urbanos por parte de la Organización de las Naciones Unidas es de 15m² y que otras instancias (no menciona cuáles) indican un mínimo recomendable de 10 a 12 m².

Bajo la temática de los indicadores de áreas verdes, encontramos también el de superficie arbolada por habitante, el cual, de acuerdo al Observatorio Ambiental Urbano de Manizales, Colombia (2001), “mide la superficie arborizada en relación con el tamaño de la población y refleja la calidad del ambiente urbano y su correlación con el sistema de zonas verdes, cuyo objetivo es el de orientar a la comunidad y a la administración sobre los requerimientos de arborización dentro del perímetro urbano, que trasciende la función netamente paisajística de la arborización urbana hacia objetivos más relacionados a la calidad de vida de la población. Un valor alto del indicador refleja un esfuerzo institucional por la conservación y renovabilidad del recurso”.

Actualmente, la dotación de áreas verdes en general en las grandes aglomeraciones de la República Mexicana, (como en las Áreas Metropolitanas de México, Guadalajara y Monterrey), es escasa en relación a la superficie residencial y a la población, por lo que finalmente presentan un déficit en cuanto la cantidad de área verde por habitante (Alanís, 2005; Gómez et al., 2001; Romero et al., 2001; Canto y Pérez, 2003).

⁹ Diversos organismos como la misma Organización Mundial de la Salud (OMS), la Oficina de Estadística de la Comisión Europea (EUROSTAT), la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) entre otros, han incluido a la cobertura de áreas verdes urbanas como indicador de la calidad de vida urbana, como indicador de salud ambiental o como indicador de sustentabilidad urbana, según sea el caso.

4.3.2 Clasificación de las áreas verdes urbanas

Las áreas verdes urbanas son una parte importante dentro de la estructura y el equipamiento urbanos (Aldama et al., 2002; Garzón et al., 2004; Pérez, 2000; Zoido et al., 2000), las cuales aparecen distribuidas por la ciudad en los diferentes niveles urbanos, cumpliendo funciones higiénicas, de tipo productivo, para el descanso, como reserva y como elementos del diseño urbano (Rojas, 1985) como ya se señaló anteriormente.

Siguiendo a Rojas (1985) las áreas verdes urbanas se clasifican en dos grupos:

- Grupo A: aquellas áreas de uso común, destinadas a satisfacer las necesidades generales de la población.
 - ◆ Áreas verdes de plazas y parques
 - ◆ Áreas verdes en circulaciones vehiculares y peatonales (avenidas y bulevares)
 - ◆ Áreas verdes entre grupo de viviendas
 - ◆ Áreas verdes entre edificios de viviendas
- Grupo B: áreas verdes de uso local limitado destinadas a satisfacer necesidades resultantes del uso específico de determinados objetos de obra.
 - ◆ Áreas verdes de edificios públicos: sociales, culturales, de servicios.
 - ◆ Áreas verdes de escuelas y círculos infantiles e instalaciones deportivas
 - ◆ Áreas verdes de protección, franjas, etc.

Aquí es importante señalar también que las áreas verdes urbanas pueden dividirse, con base en la presencia de su vegetación, en áreas arboladas y no arboladas, como se muestra en la figura 4 del apartado referente a la estructura urbana. Las áreas verdes arboladas se designan aquí como “arbolado urbano”, como se comentó previamente.

4.4 El arbolado urbano

En relación a este tema, Aguirre (2005) señala apropiadamente que “el árbol ha constituido el principal elemento conformador de la presencia de la naturaleza en la

ciudad, llegando a ser determinante para el equilibrio de sus organismos vivos, a la vez que un hecho social y cultural, así como un componente indispensable para la estética y el funcionamiento del espacio urbano, siendo así como la ciudad aparece fuertemente marcada por su arbolado, ya que el árbol forma parte del patrimonio histórico-artístico de la ciudad y es un ingrediente inseparable de su actual puesta en valor y comprensión”.

El concepto de arbolado urbano cuenta con varias acepciones, las cuales pueden ir desde áreas verdes urbanas, cuando éstas se refieren principalmente a las áreas verdes arboladas (por lo que mucho de lo expuesto en el apartado de las áreas verdes urbanas también se aplica para el arbolado urbano y viceversa) hasta la delimitación precisa de todos y cada uno de los árboles individuales en un área. Al respecto, se pueden emplear también los términos de “flora arbórea”, “árboles urbanos” y “bosque urbano”, no obstante, en este trabajo se utilizará básicamente el término “arbolado urbano”.

El arbolado urbano es el resultado del establecimiento de asentamientos humanos en bosques ya existentes, del trasplante de árboles en medios urbanos, o de ambas actividades en conjunto (McBride y Jacobs, 1976 citado por López-Moreno y Díaz-Betancourt, 1991).

El Gobierno del Distrito Federal (2000) considera al arbolado urbano (urban trees en su acepción en inglés) “como aquellos árboles que crecen dentro de una población, ciudad o municipio y que han sido domesticados durante muchas generaciones”.

El arbolado urbano, como su nombre lo indica, está conformado principalmente por lo que se define de manera individual como “árbol”¹⁰, siendo el arbolado urbano el conjunto de árboles que se encuentran dentro de las ciudades. Sin embargo, lo cierto es que el término también incluye, en ciertas ocasiones, a los arbustos.

Si bien la definición del término arbolado urbano se da en primera instancia a partir de su conformación biológica, no es menos importante considerar los aspectos funcionales,

¹⁰ Los árboles son plantas maderables y perennes mayores de 5m de alto, normalmente dicotiledóneas; los arbustos son también plantas maderables y perennes, pero que presentan una altura de 1 a 5m al llegar al estado adulto y cuentan normalmente con tallos múltiples (Gobierno del Distrito Federal, 2000).

culturales y sociales de éste, refiriéndonos a los beneficios que el arbolado proporciona y la valorización y uso que le confiere la sociedad, los cuales se encuentran circunscritos al contexto particular de cada área urbana.

Dado lo anterior el arbolado urbano es a su vez, siguiendo a López-Moreno y Díaz-Betancourt (1991), “una forma de vegetación claramente antropogénica, que debe su sobrevivencia, forma, estructura y estado de salud, a una compleja mezcla de factores socio-culturales y ambientales”.

El arbolado urbano es también un recurso natural significativo que promete aumentar en grado e importancia en los próximos años (Dwyer et al., 2000) conforme aumenta la población y consecuentemente se requieren al máximo los beneficios que éste proporciona (Ayuntamiento de Mérida, 2005).

4.4.1 Beneficios e importancia del arbolado urbano

El arbolado urbano aporta múltiples beneficios ecológicos que juegan un papel primordial en el bienestar y calidad de vida de la población (Alanís, 2005), aún y cuando éstos no siempre se perciben de manera precisa y directa por parte de la población.

Un arbolado urbano saludable¹¹ puede producir beneficios a largo, mediano y corto plazo como a) liberación de oxígeno y agua a través de la fotosíntesis, b) la captación bióxido de carbono (CO₂) y absorción de otros contaminantes (NO₂, SO₂, O₃), así como la retención de polvos contaminantes, c) la regulación del microclima y reducción del efecto de las islas de calor¹², d) la utilización en la arquitectura de paisaje con beneficios estéticos, psicológicos y de recreación, e) la reducción del ruido, f) la formación de barreras que contribuyen a la disminución de la velocidad de los vientos y g) la

¹¹ La salud de los árboles se refiere, siguiendo a Febles (2004), a una condición dinámica que combina el programa genético intrínseco del árbol y las condiciones ambientales en las que se encuentra; debe ser considerada como grados debido a que pueden tener buena, regular o mala salud. El mismo autor señala que la palabra puede ser sinónimo de vitalidad, término que define como la habilidad o eficacia de un organismo para crecer bajo ciertas condiciones ambientales.

¹² Junto con el enfriamiento por la transpiración, la sombra del árbol puede ayudar a enfriar el ambiente local, evitando el calentamiento solar de algunas superficies artificiales que están abajo de la cubierta arbórea (edificios, estacionamientos) y estos efectos conjuntos pueden reducir la temperatura del aire hasta 5 °C (Akbari et al., 1992 citado por Nowak et al., 1997).

producción de alimentos, entre otros más (Garzón et al., 2004; Romero et al., 2001; Chacalo y Turpin, 1997; Sampson, 1994; McPherson et al., 1997).

Sin embargo, muchos de estos beneficios están directamente relacionados con la cobertura, composición, densidad y distribución del arbolado dentro de los asentamientos urbanos, además de al estado de salud de los árboles, ya que entre mayor y más densa sea la cobertura, así como que se encuentre en condiciones saludables, mejor será su funcionamiento y por lo tanto aumentarán las probabilidades de que éste provea de los servicios que influyen directamente en la calidad ambiental y en la calidad de vida del habitante urbano (Köchli y Brang, 2005; Stabler, et al., 2005; Maco y McPherson, 2002; Gómez et al., 2001; Romero et al., 2001).

No obstante, hay variaciones significativas en la cobertura de arbolado urbano tanto dentro como entre ciudades (Nowak, 1994), así como también se puede esperar diferente composición de especies a través y entre las áreas urbanas, ya que cada ciudad incluye especies nativas y exóticas, aunque generalmente hay más exóticas que nativas (Dwyer et al., 2000). Un porcentaje diferencial entre especies nativas y exóticas refleja el grado de las preferencias de la comunidad y las autoridades por unas u otras especies (Alanís, 2005).

En cuanto al manejo del arbolado urbano en relación a la composición de especies, Clark et al. (1997) señalan que la diversidad de especies es un elemento importante para la salud del arbolado urbano a largo plazo, por lo que se recomienda que ninguna debería representar más del 10% de la población total de arbolado; condición que no siempre se cumple. La composición varía dependiendo de varios factores, pero está dominada generalmente por pocas especies (Nowak, 1994).

La composición es un aspecto muy importante a considerar en relación a los beneficios que se quieren obtener del arbolado urbano, ya que las características de cada especie tienen que ver con sus posibilidades de proveer determinados beneficios, o no; por ejemplo, Yang y colaboradores (2005) señalan los siguientes criterios para la selección de

especies si lo que se busca es contar con un alto potencial en la remoción de elementos contaminantes del aire (tabla 3):

Tabla 3. Criterios para la selección de especies en programas de plantación de árboles para la remoción de contaminantes del aire.

Capacidad para la remoción de contaminantes del aire	
Tipo de árbol (perenne/deciduo)	Generalmente los árboles perennes cuentan con una mayor eficiencia en la remoción y retención de contaminantes del aire debido a que mantienen su follaje por más tiempo.
Dimensión (altura en la madurez, tamaño de la corona)	La dimensión del árbol determina la cantidad de CO ₂ que puede almacenar y el área disponible para la captación y deposición de elementos contaminantes.
Tasa de crecimiento	Los árboles de crecimiento rápido empiezan a capturar CO ₂ mucho antes y proveen una superficie para la retención de contaminantes casi inmediatamente después de establecerse. Esto debe ser balanceado con la longevidad de las especies para evitar la liberación temprana del CO ₂ capturado.
Características de las hojas	Las hojas resinosas, ásperas y con pelillos capturan más partículas que hojas lisas, sin embargo hay que tener cuidado y considerar su posible toxicidad.
Tolerancia a la contaminación del aire	Si el árbol es sensible o poco resistente a ciertos contaminantes del aire no puede ser plantado en sitios cercanos a la fuente de emisión.
Emisión potencial de polen y compuestos orgánicos volátiles	Los árboles con alta emisión de polen y compuestos orgánicos volátiles se deben evitar para reducir los contaminantes netos del aire.

Tomada y modificada de Yang et al. (2005).

4.4.2 Factores que influyen sobre el arbolado urbano

Con base en Nowak (1994), McPherson et al. (1997), Dwyer et al. (2000) y López-Moreno y Díaz Betancourt (1991), se considera que hay múltiples factores ambientales, sociales y biológicos interrelacionados entre sí que afectan las características antes mencionadas del arbolado urbano, los cuales se presentan a continuación en la tabla 4.

Tabla 4. Factores que influyen en la conformación y características del arbolado urbano.

Ambientales	Sociales	Biológicos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad ambiental ▪ Clima ▪ Vegetación preexistente al asentamiento ▪ Desastres naturales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usos del suelo y morfología urbana ▪ Tiempo e intensidad del uso del suelo ▪ Tasa de urbanización ▪ Crecimiento y densidad demográfica, inmigración ▪ Tipo de propiedad ▪ Tipología de vivienda, densidad de construcción ▪ Manejo, uso y cuidado ▪ Preferencias humanas ▪ Nivel socioeconómico de la población 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estado fitosanitario ▪ Edad y/o etapa de desarrollo de los árboles

De igual manera, la misma segregación de la estructura urbana en la que el arbolado urbano se encuentra inserto, origina a su vez que éste se presente también de forma diferencial en cuanto a su distribución, composición y cobertura en relación a las diferencias socioeconómicas, residenciales y funcionales del espacio urbano.

A continuación se presentan algunas de las particularidades que se han encontrado en diversos estudios concernientes a diferentes aspectos del arbolado urbano (composición, estructura, estado fitosanitario, manejo, entre otros) y que se encuentran relacionados con alguno de los factores que se señalan en la tabla 4.

Tocante a la migración y el crecimiento demográfico urbano, éstos han ocasionado que haya una competencia por espacio para construcción de viviendas, lo que favorece a su vez la disminución de las áreas verdes al interior de la ciudad. Al respecto, Canto y Pérez (2003) mencionan que de acuerdo a sus observaciones en la ciudad de Mérida, Yucatán, las áreas de nuevos fraccionamientos tienden a una mayor densidad de vivienda, a lo que corresponde una menor presencia de vegetación; una mayor densidad de construcción en los fraccionamientos nuevos origina que al disminuir el tamaño de los lotes en los fraccionamientos actuales, se restrinja la posibilidad de plantar árboles, sucediendo lo mismo con la vía pública debido al tamaño de las aceras y escasez de las avenidas con camellones, propiciando una menor arborización en estos lugares; aspectos que según estos mismos autores, son reflejos claros de las políticas de vivienda y de la reglamentación urbana al respecto en la ciudad de Mérida.

López-Moreno y Díaz-Betancourt (1991) establecen para el caso de la ciudad de México, al igual que Canto y Pérez (2003) para el caso de la ciudad de Mérida, una relación entre la cobertura vegetal y la antigüedad de las zonas residenciales, encontrando un mayor número de especies arbóreas en las zonas más antiguas de la ciudad que en las más recientes.

En el Área Metropolitana de Guadalajara se ha reducido la superficie original de parques y áreas arboladas debido a la urbanización y los servicios que ésta requiere (Anaya,

2002); y en el Área Metropolitana de Monterrey una de las causas importantes en la desproporción de las áreas verdes por habitante en diferentes municipios es el crecimiento desordenado y mal planificado que ha sufrido el área en las últimas décadas (Alanís et al., 2004).

De manera general, distintos autores (Anaya, 2002; Alanís et al., 2004; Aldama et al., 2002; Dwyer et al., (2000); Sorensen et al., 1998; López-Moreno y Díaz-Betancourt, 1991) señalan que las áreas verdes urbanas (incluyendo el arbolado urbano) se ven distribuidas de manera diferencial en relación a aspectos socioeconómicos, ya que en general, son las zonas y los sectores más pobres de la población los que carecen en mayor grado de áreas verdes arboladas, lo que origina a su vez diferencias en confort, bienestar, calidad de vida y calidad ambiental.

Finalmente, la estructura¹³ y composición del arbolado urbano refleja las interacciones históricas entre una amplia gama de factores culturales y ecológicos. Los factores naturales como el clima de la región, el tipo de suelo (así como el tipo de trasplante y las dimensiones de las pocetas en el caso de árboles trasplantados), los patrones de las tormentas, y la composición presentamiento de la vegetación influyen en la estructura actual de arbolado urbano y dan forma a la percepción de la estructura del arbolado deseada. El desarrollo físico de las ciudades influye en el espacio disponible para la vegetación y su distribución. Los avances tecnológicos en áreas tales como el transporte, el aire acondicionado y el control de plagas influyen en las actitudes concernientes al valor de los árboles, así como a su preservación y manejo (McPherson et al., 1997).

4.5 Confort, calidad ambiental y calidad de vida

En este último apartado se hace una breve referencia a tres conceptos sobre los que interviene nuestro objeto de estudio, siendo estos los de confort, calidad de vida y calidad ambiental.

¹³ La estructura se refiere al arreglo espacial de la vegetación en relación a otros objetos, como los edificios, dentro de las áreas urbanas (Rowntree, 1984 citado por Nowak, 1994) y es una determinante clave en la función del arbolado (Nowak, 1994).

De acuerdo a Gómez y Alcántara (2003), el confort humano o confort termo-fisiológico, se refiere a una ausencia de estrés; una situación de bienestar o grado de insensibilidad a las condiciones del entorno. Estos mismos autores señalan que el confort es fisiológico pero, que también es psicológico cuando los mecanismos de termorregulación del propio cuerpo humano se convierten en molestia, como en el caso de la transpiración, que se convierte en una sensación desagradable en función de los hábitos adquiridos y lo culturalmente aceptado.

Los factores que afectan los valores del confort son la temperatura, la humedad y la velocidad del viento, los cuales varían a lo largo del día y de manera estacional (Gómez et al., 2001).

Gómez y Alcántara (2003) señalan que según los estándares aceptados del confort térmico, todos los habitantes que residen en los trópicos, con temperaturas promedio superiores a los 28°C y una humedad mayor al 80%, tienen como única posibilidad de alcanzar el bienestar termo-fisiológico, el empleo del aire acondicionado.

En relación a la calidad ambiental, se tiene que, de acuerdo a Zoido et al. (2000), ésta se refiere a una valoración atribuida a los distintos componentes del medio y a su reunión en el interior de los núcleos de población, y mediante la utilización de parámetros de amplio espectro (contaminación, proporción de zonas verdes, equipamiento, densidad, higiene) se puede determinar el distinto grado de calidad medioambiental existente en las ciudades. Cabrera et al. (2002), establecen que existe una relación entre la calidad de vida y la calidad ambiental, la cual es posible evaluar mediante variables sociales, culturales, ambientales y de la fisiología humana.

La calidad de vida puede ser definida bajo enfoques biológicos, sociales, políticos, económicos, etc. (Cabrera et al., 2002) y es una construcción compleja que comprende la totalidad de la vida de los individuos involucrando diferentes e interrelacionados procesos de la vida social, económica y cultural. Sin embargo es a través del estudio de algunas de sus partes, o de algunos satisfactores que podemos acercarnos a la noción de calidad de

vida (Pérez, 2006). La Organización Mundial de la Salud ha identificado seis áreas que describen aspectos fundamentales de la calidad de vida en todas las culturas que son un área física, un área psicológica, el nivel de independencia, las relaciones sociales, el entorno, y las creencias personales/espirituales (OMS, 1998).

V. OBJETIVOS

Objetivo general

- Analizar las características de cobertura y composición del arbolado urbano de la ciudad de Mérida y su relación con la diferenciación socioeconómica de la misma.

Objetivos específicos

- Conocer la distribución espacial de la cobertura de arbolado urbano en la ciudad de Mérida.
- Relacionar la distribución espacial de las áreas arboladas con variables socioeconómicas, culturales y de la estructura urbana de la ciudad.
- Conocer la composición del arbolado urbano de la ciudad.
- Construir una propuesta de zonificación integrando la cobertura del arbolado urbano y demás variables.
- Estimar el indicador cuantitativo de cobertura de arbolado urbano por habitante para el conjunto de la ciudad y zonas propuestas.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Delimitación del área de estudio: la ciudad de Mérida, Yucatán

El área de estudio, la ciudad de Mérida, se definió por medio de la mancha urbana (figura 5) que se encuentra al interior del municipio del mismo nombre; no se tomaron en cuenta comisarías recientemente integradas a la mancha, ni las conurbaciones de la ciudad con las localidades de Kanasín y Umán, dado que se parte de la idea de que la vegetación en estos lugares presenta un patrón más relacionado con el solar tradicional rural. La exclusión y delimitación más exacta de la ciudad se hizo por medio de las Áreas Geoestadísticas Básicas¹⁴ (AGEBs) que emplea el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) para el levantamiento de sus encuestas. Se utilizaron las 302 AGEBs determinadas para el XII Censo General de Población y Vivienda de 2000 (figura 6).



Figura 5. Mancha urbana de la ciudad de Mérida, Yucatán. Imagen tomada de Google Earth 2005. www.googleearth.com



Figura 6. Delimitación de las 302 AGEBs empleadas por el INEGI para el levantamiento de encuestas del XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

6.2 Establecimiento de las variables

En primera instancia se establecieron tres grupos de variables:

¹⁴ El área geoestadística básica (AGEB) urbana constituye la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional, y se refiere al área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas que pueden variar de 1 a 50, perfectamente delimitadas por calles y/o avenidas (SCINCE, 2000). En México todas las localidades que tengan una población igual o mayor a 2500 habitantes se encuentran divididas en AGEBS, y la información censal se desagrega a ese nivel.

1. Variables relacionadas al arbolado urbano.
2. Variables socioeconómicas y culturales.
3. Variables relacionadas a la estructura urbana.

Se considera que las variables determinadas reflejan al menos una parte de los procesos de segregación que se han dado en la ciudad, principalmente a partir de la década de 1970, y que se manifiestan actualmente en un espacio meridano segregado socioeconómica, funcional y residencialmente. El presente trabajo, aunque trata con los tres tipos de segregación, se centra en la segregación socioeconómica y residencial de la ciudad, aún y cuando se reconoce que los tres tipos de segregación pueden estar interrelacionados.

6.2.1 Variables relacionadas con el arbolado urbano

Las dos variables a estudiar del arbolado urbano son la cobertura de la copa o dosel y la composición.

1. Cobertura

Por cobertura se entiende la cantidad o porcentaje de área o superficie del suelo que cubre la copa de los árboles cuando son vistos desde arriba (Lund et al., 1997; Flores y Álvarez-Sánchez, 2004).

2. Composición

La composición se refiere a las diferentes especies que conforman el arbolado urbano de la ciudad.

Considerando los objetivos propuestos para el trabajo y en relación al análisis de las variables, sólo se tomará en cuenta como variable de respuesta a la cobertura; y no así a la composición, la cual será utilizada sólo para caracterizar de manera general a la cobertura arbórea de la ciudad de Mérida. Los aspectos tocantes a la composición de arbolado urbano se tratarán posteriormente.

6.2.2 Variables socioeconómicas y culturales

Las variables socioeconómicas y culturales nos dan información acerca de cierta presencia, o ausencia, en cuanto a la cobertura del arbolado. Nos hablan de la preferencia humana, o no, por espacios arbolados y de las posibilidades con que cuenta la población de tener estos espacios. Para el aspecto socioeconómico se establecieron dos variables: la densidad bruta de población y la población según sus ingresos en salarios mínimos mensuales (smm). El aspecto cultural se considera a partir de la población inmigrante en la ciudad y de la población hablante de lengua maya, dado que se supone que el ser nativo de la región y hablante de esta lengua está fuertemente vinculado a la herencia cultural maya del uso de los huertos familiares o solares. Las variables socioeconómicas y culturales se describen a continuación.

1. *Densidad bruta de población*

Es la relación entre el número de personas que habitan un territorio determinado y la superficie del mismo (SCINCE, 2000). Esta variable se expresa en número de habitantes por hectárea.

2. *Porcentaje de la población según sus ingresos en salarios mínimos mensuales (smm)*

Se considera como la población ocupada cuyos ingresos monetarios percibidos a cambio de su trabajo o labor se establecen en salarios mínimos¹⁵. En el presente trabajo se emplearon el porcentaje de la población que percibe hasta dos smm y el porcentaje de la población que percibe más de cinco smm por trabajo. El porcentaje de cada una de estas categorías se estableció en relación al total de la población asalariada.

3. *Porcentaje de la población inmigrante*

Se define como aquella población de cinco años y más, que nació fuera de la localidad de estudio y llegó a radicar a la misma procedente de otra localidad. La población inmigrante se considera de las siguientes formas:

¹⁵ El salario mínimo se define como el pago mensual en pesos mexicanos con el que se retribuye a los trabajadores por su ocupación o trabajo desempeñado. El salario mínimo mensual lo determina la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos para las tres áreas geográficas en que están agrupadas las entidades federativas del país (SCINCE, 2000). El estado de Yucatán corresponde a la zona geográfica C, que es en donde se percibe el salario mínimo más bajo. Para el 2006 el salario mínimo para esta zona era de 45.81 pesos (Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, 2006).

- Inmigrante *intratestatal*.- población inmigrante que proviene de otras localidades del estado de Yucatán; es importante resaltar que bajo este apartado se incluye también a la población proveniente del estado de Campeche dado que se considera una fuerte vinculación étnica y cultural entre las poblaciones de ambos estados. Los provenientes del estado de Quintana Roo no se incluyen en esta categoría debido a que se considera que las características culturales actuales de éstos no son tan cercanas como las de los otros dos estados. Este tipo de migración es considerada principalmente como rural-urbana.
- Inmigrante *interestatal* y *extranjera*.- población inmigrante que proviene de localidades de otras entidades federativas del país. Bajo este apartado también se incluye a los inmigrantes de procedencia extranjera, cuyo número es reducido en relación a los demás tipos de inmigración, por lo que se decidió sumarlos a los provenientes de otros estados de la República Mexicana. Este tipo de migración se considera principalmente como migración interurbana.

El porcentaje de estas variables se estableció en relación a la población total de cinco años y más.

Es importante aclarar que el cálculo de la migración para este trabajo se refiere únicamente a los desplazamientos realizados en el periodo 1995-2000, considerando la información del XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

4. *Porcentaje de la población hablante de lengua maya*

Esta variable, como su nombre lo indica, es definida aquí mediante el rasgo cultural de habla de lengua maya y engloba a los hablantes monolingües (sólo hablan maya) y bilingües (hablan español y maya) de cinco años y más. Su porcentaje se estableció en relación a la población total de cinco años y más.

6.2.3 Variables relacionadas con la estructura urbana

Las variables relacionadas con la estructura urbana son cuatro, y pueden proporcionarnos potencialmente algunas respuestas en cuanto a las diferencias en cobertura al interior de

la ciudad de Mérida en relación al espacio, potencialmente disponible, o no, para el establecimiento y desarrollo de áreas arboladas. Las variables consideradas al respecto son las siguientes:

1. *Densidad bruta de viviendas habitadas*

Entendida como la relación entre el número de viviendas habitadas que se encuentran en un territorio determinado y la superficie del mismo. Esta variable se expresa como el número de viviendas por hectárea.

2. *Tipología de vivienda*

La tipología de vivienda se refiere a los diferentes conjuntos de viviendas que comparten ciertas características en común. Se considera para esta variable la tipología de vivienda aplicada a la ciudad por el Ayuntamiento de Mérida¹⁶, el cual la clasifica en seis tipos:

- Social de densidad alta: Este tipo de vivienda está dirigido a personas con empleo dado que generalmente son proporcionadas por los institutos de vivienda. Son construidas en serie por promotores externos y tienen el mismo diseño. La tenencia es privada y de ocupación unifamiliar. La vivienda se edifica en una sola etapa con materiales permanentes y dispone del equipamiento y la infraestructura necesarios para el buen desarrollo de las actividades que en ésta se llevan a cabo. En las zonas de este tipo de vivienda la arborización es escasa o nula.

Este tipo de vivienda debe contar con un coeficiente de ocupación del suelo máximo del 75%, un área mínima verde ajardinada de 12.5%, la superficie mínima del lote es de 160m² con un frente mínimo de 8m., la intensidad de uso por manzana distinto a la vivienda es de 10%.

- Media de densidad alta: Este tipo de vivienda es muy similar a la de tipo social; la diferencia radica en el tamaño del predio y los metros cuadrados edificados. Es construida por promotores externos y financiada con capital bancario. Las casas

¹⁶ Se empleó el mapa del diagnóstico de la vivienda (2006) de acuerdo a su densidad, proporcionado por el Ayuntamiento de Mérida en su página de internet <http://www.merida.gob.mx/Ayunta2004/principal.htm>. Se incluyen también en la presente descripción los lineamientos que deben seguir dichos tipos de vivienda de acuerdo al capítulo V, de las restricciones y normas del uso del suelo, del Reglamento de Construcciones del Municipio de Mérida publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán, 2004.

tienen el mismo diseño o pequeñas variantes, de uno o dos niveles. La tenencia es privada y de ocupación unifamiliar. Cuenta con todos los servicios de urbanización desde el inicio. La vivienda se edifica en una sola etapa con materiales permanentes. Las calles y avenidas están pavimentadas y tienen banquetas con guarniciones de concreto. Estas zonas presentan una escasa arborización.

Estas viviendas cuentan con un coeficiente de ocupación del suelo máximo de 75%, un área mínima verde ajardinada del 12.5% y una superficie mínima del lote 160m² con un frente mínimo de 8m.; la intensidad permitida de uso por manzana distinto a la vivienda es de 25%.

- Media (residencial) de densidad media: En este tipo de vivienda la dimensión de las construcciones es mayor que en el de media de densidad alta, pero más pequeña que en las viviendas residenciales. La construcción es personalizada con acabados de alta calidad. Son de propiedad privada con ocupación unifamiliar y en ocasiones multifamiliar. La vivienda se edifica en una sola etapa con materiales permanentes. Cuenta con exteriores amplios y con todos los servicios urbanos de buena calidad. En esta zona las calles y avenidas son amplias.

Debe contar con un coeficiente de ocupación del suelo máximo de 60%, un área mínima verde ajardinada del 20% y una superficie mínima del lote de 250m² con un frente mínimo de 10m.; la intensidad de uso por manzana distinto a la vivienda permitida es del 10%.

- Popular consolidada de densidad media: Se caracteriza por ser el resultado de la consolidación de la vivienda precaria, su proceso de mejoramiento fue por etapas y generalmente su ocupación es colectiva dado que no sólo vive la familia nuclear sino también la familia extensa y se asientan en terrenos propios. Estas viviendas no siguen reglas ni normas formales de diseño, dado que pasaron por un proceso de adaptación del espacio según la disponibilidad de recursos económicos con que cuentan sus propietarios. Las circulaciones exteriores no tienen banquetas ni avenidas y se requiere de varios años para su dotación completa.

Las viviendas de este tipo deben presentar un coeficiente de ocupación del suelo máximo de 60%, un área mínima verde ajardinada de 20% y una superficie

mínima del lote de 250m² con un frente mínimo de 8.5m.; la intensidad de uso por manzana permitido distinto a la vivienda es de 25%.

- Residencial de densidad baja: Las viviendas de este tipo se asientan en predios de gran magnitud, amplitud y confort, la mayoría de las vialidades están urbanizadas aunque pueden darse casos de vialidades aún pendientes de urbanizar por su mismo aislamiento. La construcción es personalizada, de grandes dimensiones y con acabados de lujo; la ocupación es unifamiliar. Presentan exteriores amplios. La vivienda se construye en una sola etapa con materiales permanentes e incluye todos los servicios desde la ocupación del predio.

Cuentan un coeficiente de ocupación del suelo máximo de 60%, un área mínima verde ajardinada del 20% y una superficie mínima del lote de 525m² con un frente mínimo de 15m.; es estas zonas no es permitido ningún tipo de uso por manzana distinto a la vivienda.

Popular de densidad baja: Este tipo se refiere a aquellas zonas en que las viviendas han dejado de ser precarias pero que no han llegado a consolidarse; están en transición y aún no alcanzan la etapa de consolidación final de la vivienda ni en la infraestructura ni en los servicios del sitio. La construcción de la vivienda se ejecuta en etapas y generalmente es efectuada por los mismos propietarios. Los espacios exteriores son amplios. En cuanto a la vialidad se encuentran algunas calles pavimentadas y otras no.

Este tipo de vivienda debe presentar un coeficiente de ocupación del suelo máximo de 60%, un área mínima verde ajardinada de 20% y una superficie mínima del lote 300m² con un frente mínimo de 8.5m.; la intensidad de uso por manzana distinto a la vivienda permitida es de 25%.

Es importante resaltar que en el mapa fuente, el Ayuntamiento agrupa las viviendas populares en proceso de consolidación junto con las viviendas precarias, encontrándose estas últimas ubicadas en el sur de la ciudad, después del aeropuerto. En el tipo de vivienda precaria predominan las viviendas de un solo cuarto que están hechos con materiales perecederos y de recuperación. Están ocupadas por más de una familia y no siempre cuentan con el título de propiedad.

Cuentan con espacios abiertos amplios. La construcción de la vivienda es personal y por etapas. En estas zonas hay carencia de servicios y equipamiento.

3. *Etapas de crecimiento o construcción de la ciudad*

Con esta variable se hace alusión a la expansión física de la ciudad en diferentes intervalos de tiempo. Las etapas de crecimiento a considerar fueron tomadas y modificadas de Pérez (2006), y son las siguientes:

- Etapa 1 - de 1542 a 1953
- Etapa 2 - de 1954 a 1970
- Etapa 3 - de 1971 a 1990
- Etapa 4 - de 1991 a 2000

4. *Segregación socioeconómica*

La clasificación empleada se tomó de Pérez (2006), quien para la elaboración de la zonificación en niveles socioeconómicos alto, medio y bajo considera los siguientes aspectos:

- Población con ingresos de hasta 2 smm
- Población con más de 5 smm
- Población de 18 años y más con educación superior
- Promedio de escolaridad de la población
- Densidad de población
- Número de viviendas con todos los bienes¹⁷
- Comercio, servicios y equipamiento
- Servicios de recreación (cultural y deportiva)

Finalmente, es pertinente aclarar que por razones de disponibilidad de la información al nivel de desagregación requerido, la información socioeconómica y cultural utilizada para el trabajo, así como la de las variables de densidad de vivienda y nivel socioeconómico correspondientes a las variables de la estructura urbana, se obtuvo a partir de los datos

¹⁷ Los bienes considerados por INEGI para el 2000 son radio o radiograbadora, televisión, videocasetera, licuadora, refrigerador, lavadora, teléfono, calentador de agua, computadora y automóvil o camioneta propios.

del XII Censo General de Población y Vivienda de INEGI 2000 proporcionados en el CD SCINCE 2000 para Yucatán.

Dado lo anterior, y con la finalidad de encontrar relaciones entre la distribución espacial de la cobertura y las diversas variables consideradas, lo conveniente fue trabajar entonces con una imagen de 2000. Además que así fue posible relacionar los datos y la imagen del mismo año, se evitó el sesgo en la interpretación de los resultados debido al paso del huracán Isidoro por la ciudad en septiembre del 2002.

6.3 Obtención de la cobertura de arbolado urbano en la ciudad

6.3.1 Datos de percepción remota

Para la obtención de la variable de cobertura de arbolado urbano para el total de la ciudad y para cada una de las AGEBs se empleó una imagen Landsat ETM (Enhanced Thematic Mapper) con las siguientes características:

- *Fecha de toma:* 28 abril de 2000 (correspondiente a la temporada seca)
- *Resolución espacial:* 30 metros
- *Resolución espectral:* siete bandas, las cuales abarcan las longitudes de onda del espectro visible (bandas 1, 2 y 3 [0.45 - 0.69 μm]), infrarrojo cercano (banda 4 [0.78 - 0.90 μm]) e infrarrojo medio (bandas 5 y 7 [1.55 - 2.35 μm])

La imagen satelital fue proporcionada por el Laboratorio de Percepción Remota del Departamento de Recursos del Mar del CINVESTAV - Mérida y fue tratada con el programa TNTmips 6.9. La imagen vectorial de las 302 AGEBs determinadas por INEGI para el censo de 2000 que conforman el área de interés (figura 6), fue proporcionada por el Laboratorio de Cartografía del Departamento de Ecología Humana de la misma institución.

6.3.2 Procesamiento de los datos

La imagen satelital se georreferenció usando como base una imagen Landsat TM (Thematic Mapper) de 2002¹⁸. Posteriormente se extrajo la zona de interés empleando el vector de las AGEBS, a la cual seguidamente se le hizo una corrección radiométrica mediante corrimiento de histograma.

Una vez corregida la imagen, se elaboraron a partir de ésta otras imágenes en color verdadero y falso color (figuras 7-9), las cuales se emplearon como apoyo visual para la detección del arbolado urbano. De igual manera se utilizaron imágenes del programa Google Earth como punto de comparación en la discriminación de los diferentes tipos de elementos en las imágenes.

También se obtuvo el índice diferencial normalizado de vegetación (NDVI por sus siglas en inglés) para el área de estudio; el cual es uno de los índices de vegetación cuyo uso es el más común y frecuente para la detección de la vegetación mediante imágenes de percepción remota (Morawitz et al., 2006; Gilabert, 1997). Se realiza con las bandas correspondientes al rojo (ETM3) e infrarrojo cercano (ETM4), siendo su fórmula la siguiente:

$$NDVI = \frac{IRC - Rojo}{IRC + Rojo} = \frac{ETM4 - ETM3}{ETM4 + ETM3}$$

Los resultados de este índice (figura 10) se presentan, en este caso en particular, entre el rango -92 y 97 (debido a que se multiplicó por un factor de escala de 100), correspondiendo los valores positivos a vegetación, así como los valores más altos a una vegetación densa en mejores condiciones.

Los pixeles con valores negativos fueron considerados como áreas sin vegetación. Se revisó la correspondencia de los pixeles con valores más altos en el programa Google Earth, encontrando que estos corresponden a áreas de densidad arbolada relativamente alta (p.e. el parque del Centenario).

¹⁸No se empleó esta imagen para el estudio debido a que no abarca la totalidad del área de estudio.

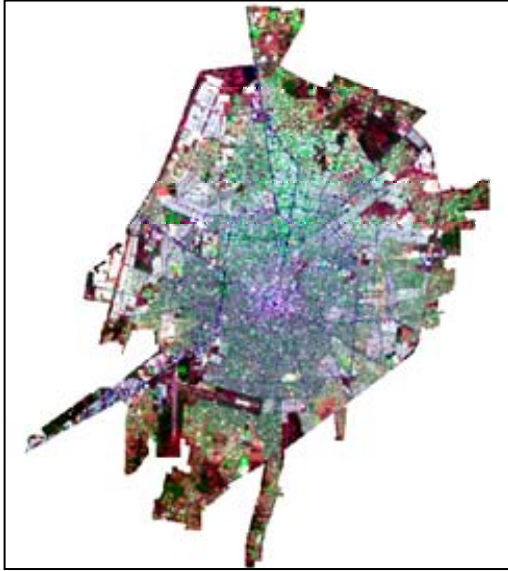


Figura 7. Imagen en composición de falso color 742 [bandas ETM7 (R), ETM4 (G), ETM2 (B)]. En esta composición la vegetación saludable es de un color verde brillante. Los suelos y los pastos amarillentos son de rosas a magentas y las áreas impermeables aparecen blancas (MicroImaques, Inc., 2006).

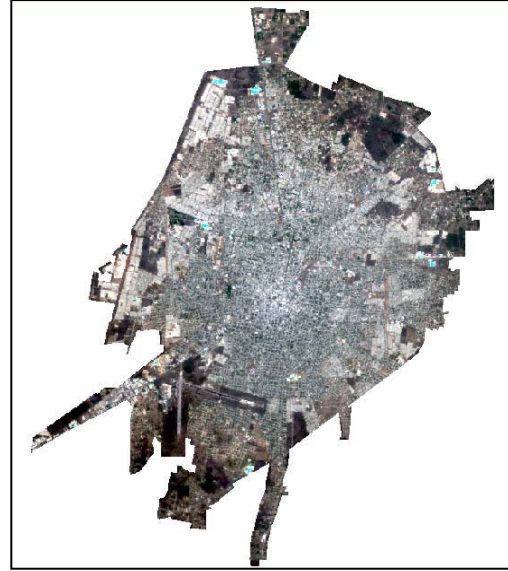


Figura 8. Imagen en "color verdadero" [bandas ETM3 (R), ETM2 (G) y ETM1(B)]. Esta composición simula el "color natural" de los elementos en la imagen. La vegetación aparece en verde, los suelos desprovistos de vegetación en coloraciones de café y las áreas impermeables en blanco (Micro Images, Inc., 2006).

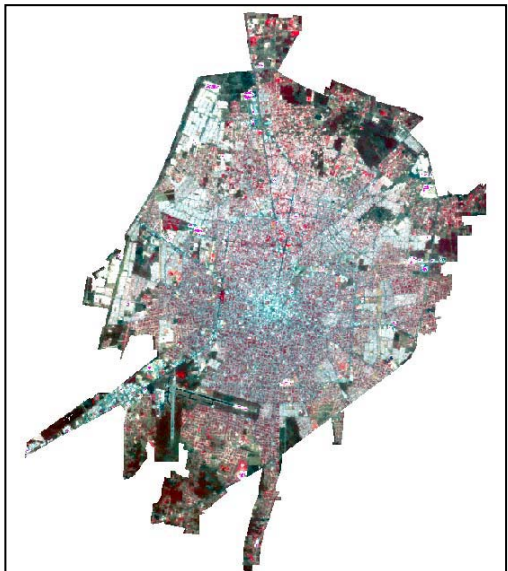


Figura 9. Imagen en falso color estándar [bandas ETM4 (R), ETM3 (G), ETM2 (B)]. La vegetación aparece en gamas de rojo, los suelos en café, café verdoso y café rojizo o marrón, y las áreas impermeables en blanco (Micro Images, Inc., 2006).

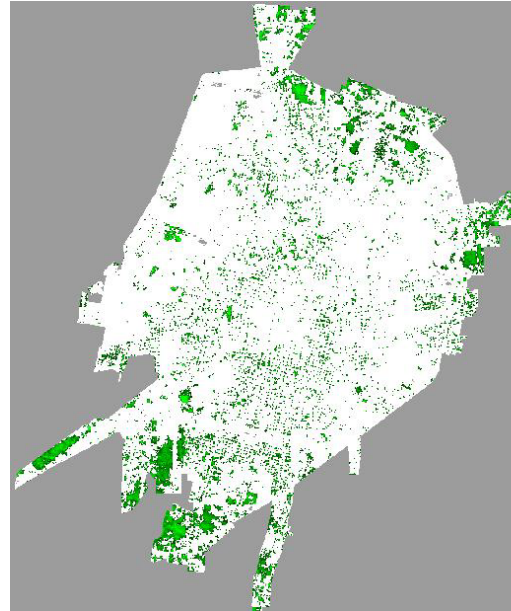


Figura 10. Imagen resultante del NDVI. Sólo se muestran en verde las áreas en las que, de acuerdo al índice, existen áreas vegetadas, sin distinguir entre áreas arboladas y no arboladas.

Por otro lado, se realizó una clasificación supervisada con las cuatro primeras bandas ETM (1, 2, 3 y 4) y la imagen resultante del NDVI mediante el método de máxima verosimilitud

con un porcentaje mínimo de probabilidad de 90%¹⁹ (figura 11); la cual resultó ser adecuada en cuanto a la discriminación de los diferentes elementos que conforman el espacio urbano de Mérida; agrupándose estos como:

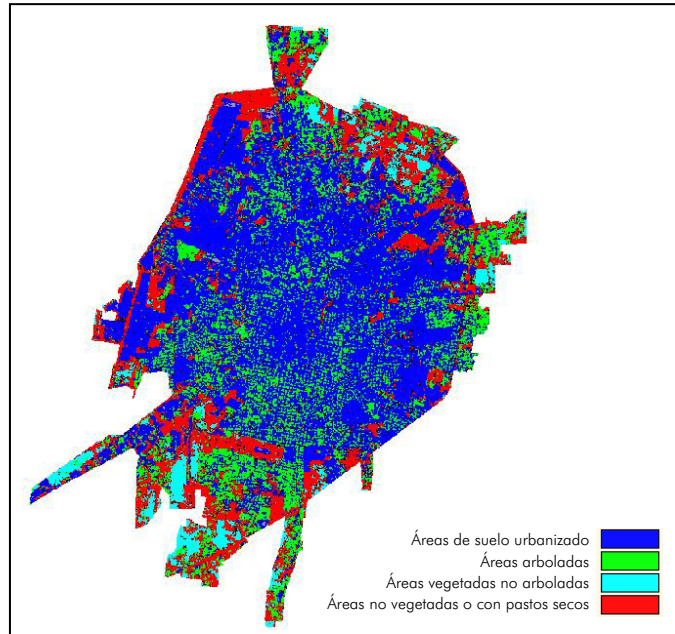


Figura 11. Imagen resultante de la clasificación supervisada mediante el método de máxima verosimilitud.

- Áreas de suelo urbanizado, es decir, aquellas que en su mayoría están edificadas y/o cubiertas con materiales impermeables.
- Áreas arboladas, las cuales se consideran como aquellas en las que hay presencia de árboles y arbustos de tamaño considerable, que, aunque no siempre lo suficientemente densos, dominan en el píxel sobre los otros elementos.
- Áreas vegetadas no arboladas se consideran aquellas en donde hay presencia de vegetación como arbustos pequeños, plantas arvenses y áreas de césped.
- Áreas de suelo desnudo o cubierto con pastos secos o amarillentos.

Finalmente las dos imágenes anteriores (figuras 10 y 11) se multiplicaron entre si para obtener las zonas arboladas. La unión de la imagen de los NDVI positivos con la de la

¹⁹ Para fundamentos, técnicas y métodos empleados consultar los folletos del software TNTmips 6.9 o cualquier texto acerca de la percepción remota.

clasificación supervisada proporciona resultados aceptables y suficientes en la delimitación (y estimación) de las áreas arboladas.

Una vez extraída la cobertura como atributo de interés, la imagen raster resultante se convirtió a un formato vectorial para la contabilización más precisa de la cobertura total de la ciudad y para cada AGEB.

Se verificó la correspondencia de la información obtenida de la imagen satelital, contrastándola con una serie de fotografías aéreas de INEGI con una escala 1:40,000 y fecha de toma de enero de 2005, y mediante en empleo de un estereoscopio con aumento 4x para su visualización en tercera dimensión. De los diez puntos considerados como áreas arboladas, uno resultó corresponder a un campo de fútbol (anexo I). No obstante, otros campos deportivos no se registraron de ninguna manera en la imagen.

6.4 Tratamiento de las variables

Las variables se trataron haciendo uso de dos tipos de análisis, el cartográfico y el estadístico espacial, mediante los cuales se establecieron las relaciones o asociaciones entre la distribución espacial de la cobertura de arbolado urbano en la ciudad y demás variables consideradas.

6.4.1 Análisis cartográfico

6.4.1.1 Elaboración de mapas

Los mapas nos muestran, entre otras cosas, la distribución espacial que toman dentro de la ciudad cada una de las variables señaladas anteriormente, razón por la cual se elaboraron para cada uno de los atributos de interés a un nivel de desagregación de AGEB, así como para la distribución espacial de la cobertura de arbolado urbano obtenida (considerada como porcentaje del AGEB), en relación a cada una de las demás variables de interés.

Para la elaboración de los mapas se empleó el programa de Sistemas de Información Geográfica ArcMap™ 8.3. Los mapas obtenidos cuentan con las siguientes características geográficas:

- *Proyección*: Universal Transverse Mercator (UTM), Zona 16 Norte
- *Datum*: World Geodetic System 1984
- *Elipsoide*: WGS_1984

6.4.1.2 Zonificación de la ciudad

Una vez que se dispuso de todos los mapas se elaboró una propuesta de zonificación, considerando la cobertura de arbolado urbano y demás variables relacionadas a la estructura urbana y las variables socioeconómicas y culturales.

6.4.2 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se emplearon métodos y técnicas de análisis de datos espaciales de áreas²⁰, dada la naturaleza de los datos que se manejan, es decir, la información de la población, vinculada a cada una de las 302 AGEBs que se emplearon en XII Censo General de Población y Vivienda 2000. El análisis estadístico espacial se realizó mediante el uso del programa GeoDA 0.9.5.i (Beta).

Dado que se trató de establecer relaciones entre la cobertura de arbolado urbano (variable de respuesta) y las variables explicativas, lo primero que se hizo fue explorar la presencia, o no, de autocorrelación espacial global y local en la variable de respuesta con la finalidad de saber si era necesario, o no, incluir el aspecto espacial en el modelo de regresión a realizar, así como saber cuál era el método a emplear más adecuado.

6.4.2.1 Autocorrelación espacial global

La autocorrelación espacial global se refiere a la presencia de una variación en la media o valor esperado del atributo de interés a través del área de estudio, y es también llamada

²⁰ Para fundamentos acerca de los métodos y modelos consultar el libro "Interactive spatial data analysis" de Bailey y Gatrell (1995).

efecto de primer orden (Bailey y Gatrell, 1995). Ésta se mide mediante el estadístico I de Moran, la C de Geary y/o la G de Getis y Ord, no obstante el más empleado es Moran²¹, por lo que en el presente trabajo se emplea este estadístico, además de que es el que está implementado en GeoDA.

En el programa empleado, el cálculo de la autocorrelación espacial global se presenta en una forma muy visual mediante las gráficas de dispersión de Moran (figura 12) en las que en el eje de las “x” se especifica la variable de interés, y en el de las “y” la misma variable espacialmente rezagada²²; los datos en la gráfica están estandarizados de manera que las unidades corresponden a desviaciones estándares y en donde cualquier valor mayor a dos desviaciones es considerado un valor atípico.

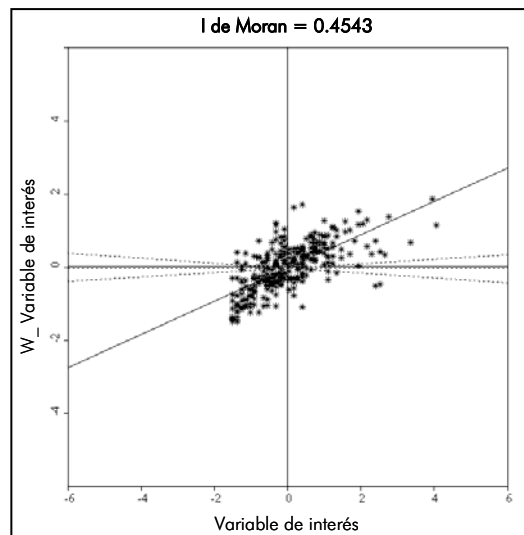


Figura 12. Gráfica de dispersión de Moran.

La pendiente en la gráfica corresponde al estadístico I de Moran para la autocorrelación espacial y su significancia se visualiza mediante el trazado de “envolturas” (líneas punteadas) que corresponden a los percentiles 2.5 y 97.5 de una distribución de referencia, y por lo tanto en éstos se contiene el 95% de la distribución de los estadísticos I

²¹ Estadístico básicamente descriptivo para cualquier conjunto de datos que estén ordenados en una secuencia espacial (Giacamán y Larraín, 2003). El valor de la I de Moran para la autocorrelación espacial global es el promedio de la autocorrelación espacial local, por lo tanto, si la distribución de los estadísticos locales es altamente asimétrica, o está dominada por unos cuantos valores grandes, la indicación general puede ser incorrecta o demasiado sensible a pocas observaciones (Anselin, 2005).

²² Las variables espacialmente rezagadas son una parte esencial en el cálculo de las pruebas de autocorrelación espacial y de las especificaciones de los modelos de regresión espacial. Para una matriz de ponderación espacial de contigüidad, como la empleada en este trabajo, el valor de la variable rezagada espacialmente se refiere al promedio de los valores de la misma variable para las unidades vecinas (Anselin, 2005). Estas variables se indican con una “W” al principio.

de Moran calculados para juegos de datos espaciales aleatorios. Si la pendiente del estadístico I está fuera de las envolturas, se considera que existe una autocorrelación espacial global significativa a una $p \leq 0.05$.

6.4.2.2 Autocorrelación espacial local

La autocorrelación espacial local, o también llamada efecto de segundo orden, implica la correlación entre valores de la misma variable en diferentes ubicaciones. Mediante la autocorrelación espacial local se mide la dependencia espacial, la cual se refiere a que los valores de un atributo en una ubicación determinada presentarán la tendencia de “seguir” a los de sus ubicaciones vecinas (Bailey y Gatrell, 1995).

La autocorrelación espacial local en GeoDA se representa mediante los llamados mapas LISA (Local Indicators of Spatial Autocorrelation Maps) siendo estos de dos tipos; mapas de agrupaciones y mapas de significancia.

Los mapas de agrupaciones²³ muestran las ubicaciones que presentan autocorrelación espacial local significativa, ya sea positiva o negativa, y éstas ubicaciones a su vez corresponden a uno de los cuadrantes de la gráfica de dispersión de Moran (figura 13). La autocorrelación espacial positiva corresponde a la autocorrelación alta-alta y baja-baja y la negativa a alta-baja y baja-alta. La autocorrelación espacial local alta-alta se refiere a que una ubicación presenta valores altos de un atributo, al igual que sus vecinos; alta-baja, que presenta valores altos, pero los de sus vecinos son bajos y así consecuentemente con los tipos de autocorrelación local restantes.

Cabe mencionar que la vecindad en este trabajo se consideró como de contigüidad de primer orden, es decir, son vecinas aquellas AGEBS que presentan límites en común o dicho de otra manera son los primeros vecinos más cercanos.

²³ Las ubicaciones con autocorrelación local alta-alta y baja-baja (autocorrelación positiva) son referidas como agrupaciones espaciales y las ubicaciones con autocorrelación alta-baja y baja-alta (autocorrelación negativa) lo son como valores espaciales atípicos. Mientras que los valores atípicos son ubicaciones individuales por definición, este no es el caso para los clusters (Anselin, 2005).

Una agrupación es clasificada como tal cuando el valor en una ubicación (ya sea alta o baja) es más similar al de sus vecinas de lo que se esperaría en el caso de una aleatoriedad espacial; se debe tomar en cuenta que las agrupaciones espaciales mostradas en el mapa se refieren únicamente al núcleo de la agrupación, y esta podría extenderse a sus vecinos (Anselin, 2005).

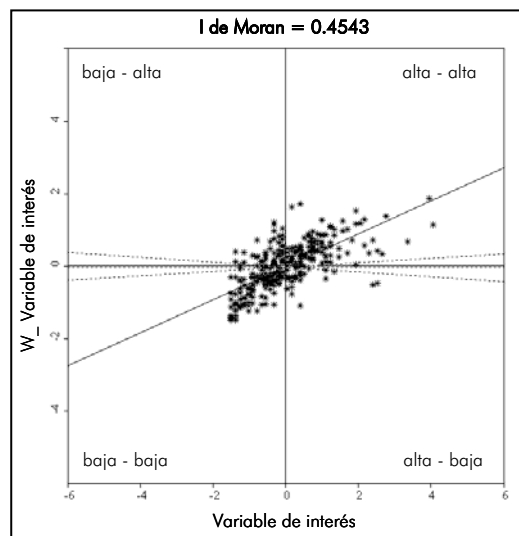


Figura 13. Gráfica de dispersión de Moran con los diferentes tipos de autocorrelación espacial local.

Los mapas de significancia, como su nombre lo indica, muestran las ubicaciones con I de Moran a diferentes niveles de significancia ($p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$, $p \leq 0.001$ y $p \leq 0.0001$). La significancia se basa en cálculos rápidos, empleando 99 permutaciones y un nivel de significancia determinado de $p \leq 0.05$, lo cual puede ser mejorado mediante el empleo de un número mayor de permutaciones y realizando varias permutaciones hasta estabilizar los resultados.

6.4.2.3 Modelo de regresión espacial

Uno de los supuestos de la regresión mediante el método de mínimos cuadrados es que los resultados de "y" son independientes, supuesto que no se cumple cuando existe una autocorrelación espacial local, por lo que es necesario ajustar el modelo de regresión para considerar esta dependencia o autocorrelación en los valores de "y" (razón por la cual primero se debe explorar la presencia o no de autocorrelación espacial local). Un

modelo de regresión mediante el método de mínimos cuadrados permite únicamente tomar en cuenta la autocorrelación espacial global, pero no así la local, por lo cual se hace necesaria la aplicación de modelo de regresión que considere esta última.

Uno de esos modelos es el modelo de rezago espacial mediante el método de máxima verosimilitud, y se especifica de la siguiente forma:

$$y = \rho W y + X + \varepsilon$$

donde:

y: variable dependiente

ρ : coeficiente autoregresivo espacial

Wy: variable dependiente espacialmente rezagada

X: variables independientes o explicativas

β : coeficiente de regresión

ε : término de error aleatorio

Los cálculos para ambos tipos de regresión (mínimos cuadrados y de rezago espacial) se encuentran implementados en GeoDA, para lo cual es suficiente con especificar las variables dependiente e independientes, la matriz de ponderación espacial a emplear y el tipo de regresión que se requiere²⁴.

Para el presente caso, se decidió tomar como variable dependiente a la cobertura considerada como porcentaje y primero se corrió el modelo de regresión propuesto:

$$\text{COBERTURA EN PORCENTAJE} = \beta \text{ densviv} + \beta \% \text{inmig} + \beta \% \text{habmay} + \\ \beta \% \text{más5smm} + \beta \text{ ec2} + \beta \text{ ec3} + \beta \text{ ec4} + \beta \text{ ageb} \leq 5 \text{has} + \varepsilon$$

mediante el método de mínimos cuadrados, en cuyos resultados (anexo II.1), de acuerdo a Anselin (2005), lo adecuado es el empleo del modelo de rezago espacial señalado líneas arriba, quedando como:

²⁴ En GeoDA están implementados dos modelos de regresión mediante el método de máxima verosimilitud, el de rezago espacial y el modelo de error. Para conocer cual de los dos modelos es el más adecuado a emplear para el juego de datos que se tiene, primero es necesario correr el modelo propuesto mediante el método de mínimos cuadrados en cuyos resultados se encuentra el apartado de "diagnósticos para la dependencia espacial" para la matriz de ponderación espacial empleada; siguiendo las indicaciones en Anselin (2005) se decide por uno u otro modelo con base en los resultados de esas pruebas.

$$\text{COBERTURA EN PORCENTAJE} = \beta w_ \%cob + \beta \text{densviv} + \beta \%inmig + \beta \%habmay + \beta \%m\acute{a}s5smm + \beta ec2 + \beta ec3 + \beta ec4 + \beta ageb\leq 5has + \varepsilon$$

el cual se corrió posteriormente (anexo II.2), y en donde:

w_ %cob: es la variable dependiente, la cobertura de arbolado urbano considerada como porcentaje del AGEB, espacialmente rezagada.

densviv: es la densidad de vivienda, variable de la estructura urbana considerada como el número de viviendas habitadas por hectárea en cada AGEB.

%inmig: porcentaje de la población inmigrante, variable cultural. Se empleó la inmigración total sin hacer distinción entre intraestatal e interestatal.

%habmay: porcentaje de la población hablante de lengua maya, variable cultural.

%m\acute{a}s5smm: porcentaje de la población que percibe más de cinco salarios mínimos mensuales por trabajo, variable socioeconómica.

ec_x: Etapa de crecimiento o construcción de la ciudad; variable de la estructura urbana, la cual se consideró como una variable dicotómica codificándola como 1 si el AGEB pertenecía a la etapa en cuestión y 0 si pertenecía a otra etapa. Cada etapa dentro del modelo se consideró en relación a la etapa de crecimiento 1.

AGEB ≤ 5 has: variable dicotómica codificándose como 1 si el área del AGEB es ≤ 5 hectáreas y 0 en caso contrario.

Sin embargo, dado los resultados obtenidos, fue necesario transformar las variables, tanto dependiente como independientes, para evitar que la no normalidad en los errores, así como la heteroscedasticidad encontradas en el modelo con las variables sin transformar fueran significativas, lo cual afectaría de manera adversa tanto los coeficientes de la regresión como las pruebas de significancia sobre los coeficientes. Para una interpretación sencilla de los resultados, se optó por la obtención del logaritmo natural (ln) de las variables, excepto para las etapas de crecimiento de la ciudad y tamaño del AGEB ≤ 5 hectáreas, por lo que el modelo de regresión final para relacionar la variación que se presenta en la cobertura de arbolado urbano en la ciudad de Mérida con las demás variables es el siguiente:

$$\text{LN_COBERTURA EN PORCENTAJE} = \beta w_{\text{ln_cob}} + \beta \text{ln_densviv} + \beta \text{ln_inmig} + \\ \beta \text{ln_habmay} + \beta \text{ln_más5smm} + \beta \text{ec2} + \beta \text{ec3} + \beta \text{ec4} + \\ \beta \text{ageb} \leq 5 \text{has} + \varepsilon$$

Cabe mencionar que este modelo tiene fines descriptivos más que predictivos, dado que lo que se pretende es conocer la dirección del efecto de cada variable sobre el porcentaje de cobertura de arbolado urbano en la ciudad.

6.5 Elaboración de un listado de especies para la ciudad de Mérida

En cuanto al conocimiento de las especies que conforman el arbolado urbano de la ciudad, y en virtud de la disponibilidad de tiempo y recursos humanos, se optó por la elaboración de un listado basado en una bibliografía adecuada.

Las principales fuentes bibliográficas en las que se basa el listado son “Árboles recomendados para la ciudad de Mérida” de Orellana et al. (2001), trabajo relacionado más con el arbolado público de la ciudad; “La flora ornamental de Mérida” de Sosa y Flores (1993), asociado al arbolado tanto público como privado, y “Observaciones preliminares sobre los huertos familiares mayas en la ciudad de Mérida, Yucatán, México” de Flores (1993), relacionado al arbolado privado de la ciudad.

Con la finalidad de complementar la información de las especies que se presentan en la lista, se consultaron otros autores como Guerra (2005), Tun y González-Iturbe (2004), Arellano et al. (2003), Flores (2001), Ruenes et al. (1999), Vázquez-Yanes et al. (1999), Ortega et al. (1993), Niembro-Rocas (1992) y Graf (1986), además de diversos sitios de Internet.

El listado de especies incluye los datos de la familia a la que pertenece la especie, su nombre científico, nombre común y nombre en maya, algunos de los usos reportados para la especie, su origen; entendiéndose como si la especie es nativa o introducida a la Península de Yucatán y finalmente si su follaje es caducifolio o perennifolio²⁵.

²⁵ Esta última característica de las especies está relacionada a la cobertura de la copa de los árboles; es decir, el tamaño puede ser el mismo, pero su cobertura varía en relación al follaje. Además, algunas de los servicios ambientales que ofrecen las especies están directamente relacionadas al tiempo de retención de su follaje como lo señalan Yang et al. (2005).

En cuanto al origen de las especies, los lineamientos que se adoptan en este trabajo para considerar una especie como introducida o como nativa son los que siguen Orellana et al. (2001) en su libro ya mencionado. Estos autores consideran especies nativas a aquellas que crecen de forma natural en la región (la Península de Yucatán) y que por tanto están adaptadas a las condiciones de suelo, clima, plagas y enfermedades.

De manera adicional Orellana y colaboradores (2001) presentan un glosario en el que se encuentran las definiciones de especie exótica y especie nativa, siendo una especie exótica (o introducida) “aquella que no es nativa de la región en la cual se encuentra y su presencia se debe a la influencia del hombre”; y una especie nativa “aquella que crece en una región sin haber sido propagada o introducida intencional o artificialmente por el hombre”.

Se trató de incluir el mayor número de especies posibles a encontrar en la ciudad de Mérida, no obstante para el caso de los arbustos se incluyeron sólo aquellos que pudieran alcanzar potencialmente una altura igual o mayor de tres metros y que se sostuvieran en pie por sí mismos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Cobertura de arbolado urbano en Mérida, Yucatán

La cobertura de arbolado urbano para el total de la ciudad de Mérida y para cada una de las 302 AGEBs que la conforman se estimó con base en la imagen vectorial (figura 14) resultante del procesamiento de la imagen raster Landsat ETM.

La cobertura estimada del arbolado urbano en Mérida, Yucatán, para el año 2000 resultó ser de 1,236.31 hectáreas, las cuales corresponden a un 7.23% del área total de las 302 AGEBs consideradas (17,097.83 hectáreas). La cobertura promedio para Mérida es baja si se compara, por ejemplo, con lo encontrado por Pauleit y Duhme (2000), en la ciudad de Munich, Alemania y por Nowak et al. (2001) en Siracusa, Estados Unidos; en las cuales el área de cobertura arbolada es de 18 y 26.6% respectivamente.

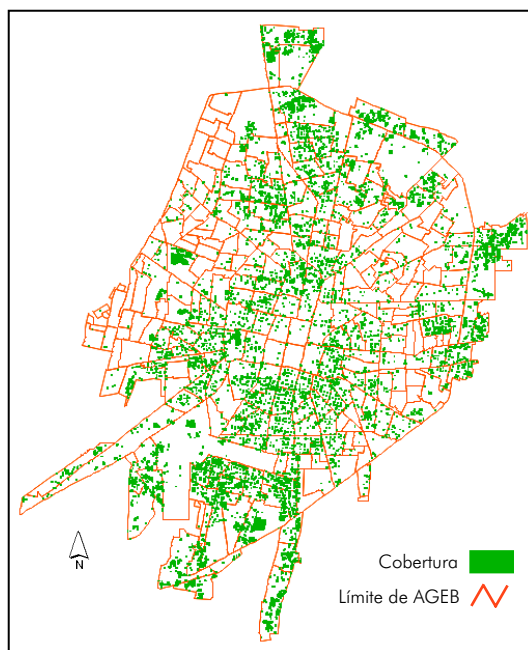


Figura 14. Cobertura de arbolado urbano para la ciudad de Mérida, Yucatán. Imagen vectorial a partir de la cual se contabilizó la cobertura total y para cada una de las 302 AGEBs consideradas.

En esta estimación se incluye, en principio, la cobertura presente en áreas públicas como privadas, es decir, la que se encuentra en parques por ejemplo, y la que se encuentra al interior de las viviendas, principalmente en los centros de manzana, sin embargo, debido

a la resolución espacial de la imagen (30m) mencionada anteriormente, es poco probable que las áreas arboladas públicas “lineales” como avenidas y camellones se aprecien claramente en ésta. No obstante, dado el resultado de esta imagen, se considera que el resultado final refleja de manera aceptable la delimitación de las áreas arboladas y por lo tanto su cuantificación. Tomando como base los datos obtenidos a partir de la misma se elaboraron los mapas de cobertura de arbolado urbano (considerada en hectáreas y como porcentaje del AGEB) y de cobertura en relación a las demás variables que se presentan en los apartados posteriores.

No obstante que la mayoría de las AGEBs presentan diferentes grados de cobertura, como se verá más adelante, se encontraron 35 AGEBs sin cobertura arbórea (figura 15), lo cual no significa la ausencia total de áreas arboladas en tales AGEBs, sino más bien que la resolución espacial de la imagen con la que se trabajó, no permitió percibir los árboles ahí presentes. Ya sea por que eran muy pequeños, o por que se encontraban muy dispersos, esos árboles no formaron masas lo suficientemente densas como para dominar en las características del píxel de la imagen. De cualquier forma, lo anterior indica que la cobertura de arbolado urbano en estas AGEBs es extremadamente baja en relación al resto de las AGEBs.

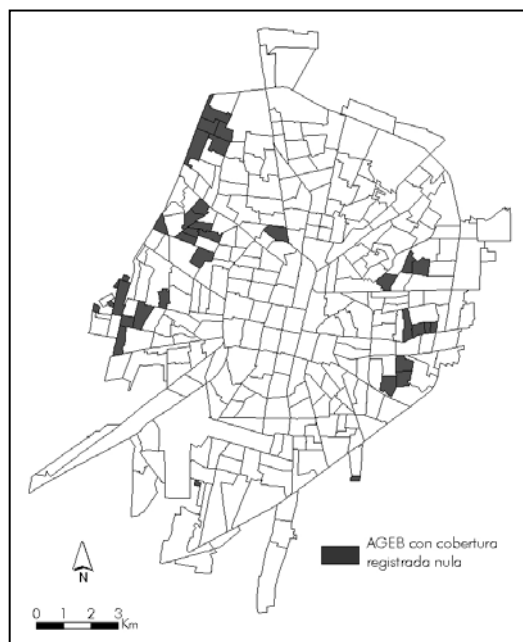


Figura 15. AGEBs en las que no se registró cobertura alguna mediante la imagen satelital.

Cabe mencionar que en las AGEBs señaladas las viviendas son de tipo fraccionamiento, lo cual implica que debido a las dimensiones de las viviendas y al mismo tipo de construcción, el arbolado urbano privado es muy bajo, así como el público. De hecho, unos de los problemas señalados por el Ayuntamiento (2003) y por Canto y Pérez (2003) para estas zonas es precisamente la escasa arborización que presentan debido a las dimensiones de la vivienda en relación al resto del terreno, así como las dimensiones de las vialidades.

El monto y la composición del arbolado público en las zonas con este tipo de vivienda está determinado por la constructora según la Ley de Fraccionamientos del Estado de Yucatán (1985), dependiendo del tipo de fraccionamiento que se trate²⁶. La constructora tiene que entregar las áreas verdes, jardines y camellones con plantas y árboles de la región, lo cual, de acuerdo a los resultados obtenidos, refleja el esfuerzo insuficiente por parte de las constructoras por proporcionar a la población que adquiere sus viviendas una buena calidad ambiental y recreativa en lo que las áreas verdes arboladas se refiere. El área mínima verde ajardinada de estas áreas, por ser de densidad alta debe ser de 12.5% de acuerdo al Reglamento de Construcciones del Municipio de Mérida (2004).

7.2 Análisis cartográfico

7.2.1 Distribución espacial de la cobertura

La distribución espacial de la cobertura no es uniforme en la ciudad, siendo el 21% (n=62) de las AGEBs las que presentan una cobertura estimada alta o mayor a siete hectáreas y 36% (n=108) una cobertura muy baja, igual o menor a una hectárea. Las AGEBs con cobertura alta conforman, en su mayoría, tres grupos en la ciudad; el más grande que domina en la parte sur, el segundo en la parte norte y un tercero en la parte oriente, exterior al anillo periférico de la ciudad (figura 16). La cobertura por AGEB más

²⁶ De acuerdo a esta ley, se especifica en el capítulo segundo: de la clasificación de los fraccionamientos, artículo 8, que los fraccionamientos por sus características de uso y ubicación se clasifican en habitacionales e industriales; clasificándose los habitacionales a su vez en residencial, residencial medio, residencial campestre, social, popular, costero y agropecuario.

baja encontrada fue de 0.01 hectáreas y la más alta de 30.47²⁷ (anexos III y IV correspondientes a los datos obtenidos y a la claves de asignación de las AGEBs).

Cuando se ajustan los valores de cobertura al tamaño del AGEB, se tiene que el porcentaje más bajo es de 4.04% y el más alto de 27.20%, siendo el porcentaje medio de cobertura arbolada para la ciudad de 7.23%. La distribución espacial de la cobertura, considerada como porcentaje del total del área del AGEB, se presenta de manera más heterogénea que cuando ésta se considera en hectáreas; aún así la mayoría de las AGEBs con un porcentaje de arbolado mayor a la media de la ciudad se encuentran recorriendo, en dirección sur-norte, la parte más central de la ciudad, a excepción de las AGEBs más céntricas, en las cuales el porcentaje de cobertura está por debajo la media de la ciudad (figura 17).

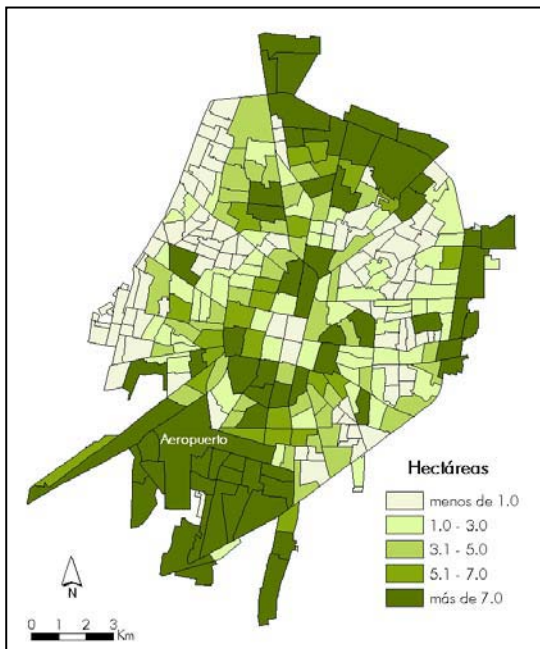


Figura 16. Mapa de cobertura de arbolado urbano considerada en hectáreas para la ciudad de Mérida, Yucatán.

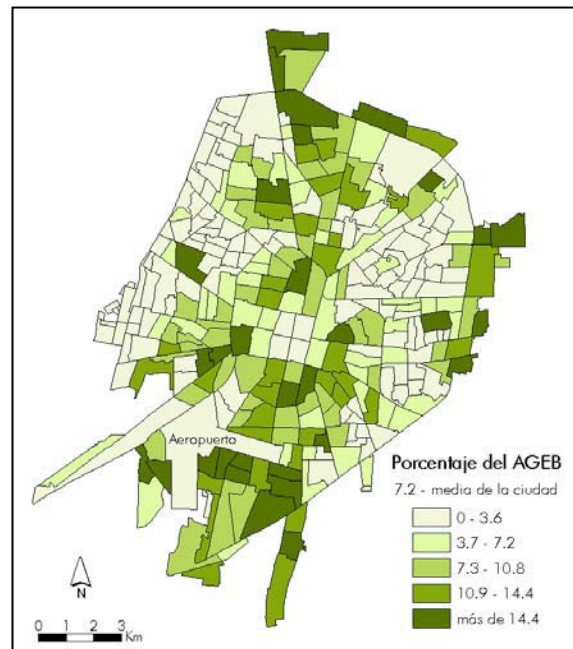


Figura 17. Mapa de cobertura de arbolado urbano considerada como porcentaje de la superficie del AGEB para la ciudad de Mérida, Yucatán.

En algunas de las AGEBs más céntricas de la ciudad el arbolado urbano es relativamente bajo; encontrándose el arbolado público en su mayor parte en los parques con algunos árboles; uno de los cuales, y de los más arbolados es la Plaza Grande. En estas AGEBs no

²⁷ Excluyendo los valores nulos encontrados en las 35 AGEBs mencionados previamente.

hay árboles en las aceras debido a que tanto éstas como las calles son muy estrechas, lo cual no permite el plantado de árboles en la vía pública. De igual manera, el arbolado privado es bajo en estas AGEBS debido al tipo de uso de suelo en esta zona, donde una buena parte de las viviendas han sido abandonadas y en donde se encuentran comercios, hoteles, restaurantes, dependencias de gobierno, bancos, oficinas diversas, estacionamientos, bodegas, etc., los cuales ocupan la mayor parte del terreno en donde se encuentran y/o la mayor parte del terreno se ha cementado. No obstante, es posible observar viviendas y algunos estacionamientos con árboles, en donde la función primordial de éstos es proporcionar sombra.

Esta distribución desigual de las áreas arboladas en Mérida corresponde a lo mencionado por otros autores como Li et al. (2005) y Nowak (1994) quienes señalan que las áreas verdes en general se distribuyen de manera diferencial dentro de las ciudades, dependiendo ya sea de la densidad de población (Jensen et al., 2004), de la densidad de vivienda (Canto y Pérez, 2003), densidad construida (Pauleit y Duhme, 2000), del ingreso monetario de sus habitantes (López-Moreno y Díaz-Betancourt, 1991) y/o del nivel socioeconómico (Garzón et al., 2004), entre otros factores (por ejemplo usos del suelo (Pauleit y Duhme, 2000) que no se abarca en el presente estudio). En los apartados subsecuentes se muestran las asociaciones encontradas entre la cobertura de arbolado urbano y los demás aspectos mencionados.

Por otro lado, cabe mencionar que la cobertura es un atributo muy variable ya que se podan y derriban árboles y otros son plantados y se dejan crecer, lo que cambia cantidad de cobertura. Además, ésta también cambia en relación a la estacionalidad de la caída de las hojas, ya que el ancho de la copa es el mismo, pero está desprovisto de follaje, lo cual proporciona muy poca sombra por ejemplo.

7.2.2 Cobertura de arbolado urbano por habitante en Mérida, Yucatán

La cobertura de arbolado urbano por habitante puede considerarse como parte del indicador de áreas verdes urbanas que varios organismos emplean como indicador de

calidad de vida urbana, de calidad ambiental o de sustentabilidad urbana; no obstante que Li et al. (2005) señalan que éste no refleja de ninguna manera la calidad de los espacios verdes ni tampoco representa la variedad de servicios que éstos proveen; sin embargo, la cobertura de arbolado urbano por habitante es fácil de obtener, de entender y de comparar, por lo que fue factible su estimación para la ciudad de Mérida.

La cobertura de arbolado urbano por habitante que se obtuvo para la ciudad (excluyendo el aeropuerto²⁸) es de 18.37 m² de áreas arboladas por habitante, poco más del doble del mínimo de áreas verdes por habitante recomendado por la OMS en los ambientes urbanos de 9m² por habitante. Incluso si se considera la cifra recomendada por la ONU según Alanís et al. (2004) de 15 m² de áreas verdes por habitante, la ciudad de Mérida se encuentra por arriba de ese mínimo recomendado.

El caso que se presenta en Mérida, encontrado en este trabajo, es contrario al que se encuentra en otras ciudades de México, e incluso a lo que menciona el Ayuntamiento de Mérida (2003), ya que aquí, de acuerdo a los resultados obtenidos, no hay un déficit de área arbolada por habitante como sucede en las áreas metropolitanas de México, Guadalajara y Monterrey²⁹. Este hecho se debe en parte a que las áreas arboladas se contabilizaron en el presente trabajo como un todo mediante la imagen satelital, lo cual incluye al arbolado tanto público como privado de la ciudad. Si se consideraran únicamente las áreas públicas, cómo lo hace el Ayuntamiento de Mérida (2003), que señala para la ciudad un promedio de 4m² de áreas verdes públicas por habitante, tal vez encontraríamos el mismo déficit, como en las demás ciudades de las que se tuvo conocimiento, no obstante, la inclusión del arbolado de los espacios privados; es decir los jardines y traspacios de las viviendas en los centros de manzana principalmente, indica que en el caso de Mérida, éste contribuye de manera relevante a las áreas verdes arboladas de la ciudad, lo que redundó en un alto valor de arbolado urbano por habitante.

²⁸ Las características socioeconómicas ligadas al aeropuerto "Manuel Crescencio Rejón" no corresponden como tales a éste como un todo, sino a una área pequeña adyacente a los muros del mismo, lo cual impone algunas dificultades en cuanto a la estimación de ciertos aspectos contemplados en la investigación, razón por la cual se omitieron los valores tanto de cobertura como de todos aquellos proporcionados por el INEGI en el SCINCE 2000 para Yucatán, para esta AGEB (078-A). La cobertura para el aeropuerto es de 20.35 hectáreas, la cual representa solamente un 3.08% de su área total (661.39 hectáreas).

²⁹ Las fuentes (Martínez, 2002; Anaya, 2002 y Alanís, 2005) no especifican la forma en que se obtuvieron las mediciones para establecer el monto de áreas verdes o áreas arboladas por habitante que mencionan.

No obstante, hay que reconocer que lo anterior no se cumple de manera homogénea en toda la ciudad, ya que hay AGEBs en donde el arbolado por habitante es bajo en relación a la media de la ciudad y otras en los que es muy alto (figura 18), lo que implica una distribución diferencial en los bienes y servicios que se pueden obtener de éste.

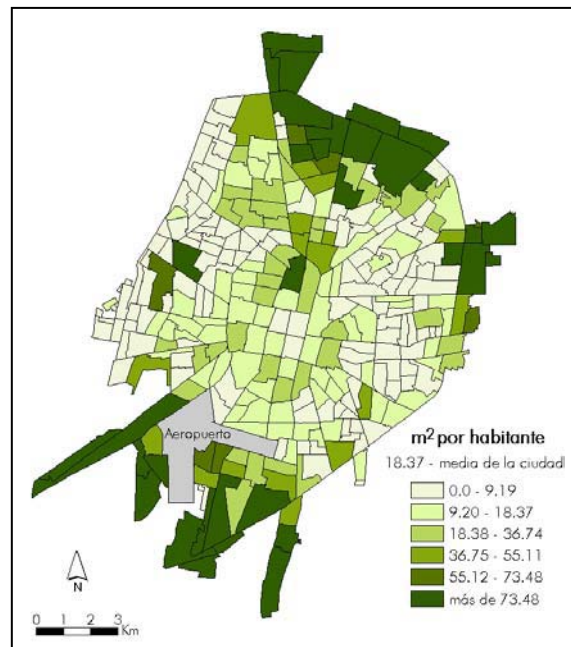


Figura 18. Mapa de cobertura de arbolado urbano por habitante en m^2 para la ciudad de Mérida, Yucatán.

El AGEB que cuenta con la menor cobertura por habitante presenta un valor de $0.03 m^2$ y el que más presenta es de hasta $2639.17 m^2$. Un 44% ($n=134$) de las AGEBs cuentan con una cobertura de arbolado urbano por habitante de $9.19m^2$ o menor y un 16% ($n=35$) presentan una cobertura por habitante de más de cuatro veces la media de la ciudad; no obstante, es importante resaltar que estas AGEBs donde el arbolado urbano por habitante es muy alto, son aquellas en las que la densidad bruta de población es muy baja; de menos de 21 habitantes por hectárea (figura 19). En la mayoría de las AGEBs con densidad de población mayor a 80 habitantes por hectárea, la cobertura por habitante se encuentra por abajo de la media de la ciudad.

7.2.3 Distribución espacial de la población meridana de acuerdo a sus características socioeconómicas y culturales

7.2.3.1 Densidad bruta de población

En relación a la densidad bruta de población, se tiene que la densidad de población media para Mérida es de 40 habitantes por hectárea. Hay pocas AGEBs con densidad de población muy baja en relación a la media de la ciudad, y se encuentran principalmente en las áreas periféricas norte, nororiental y sur de la ciudad, las cuales son áreas de relativamente reciente construcción (a partir de 1991), una de las razones por las que la urbanización y la población en estas áreas no son muy altas. Por otro lado, las AGEBs con densidades mayores a los 61 habitantes por hectárea se encuentran en lo que se podría denominar un “semiario” que comprende el poniente, sur (anterior al aeropuerto) y oriente de la ciudad (figura 19); correspondiendo la mayoría de estas AGEBs a los niveles socioeconómicos medio y bajo.

La baja densidad de población en las AGEBs más céntricas se debe principalmente a dos causas relacionadas entre sí, a) al abandono de las viviendas en esta zona y b) al cambio de uso de suelo de residencial a comercial y de servicios.

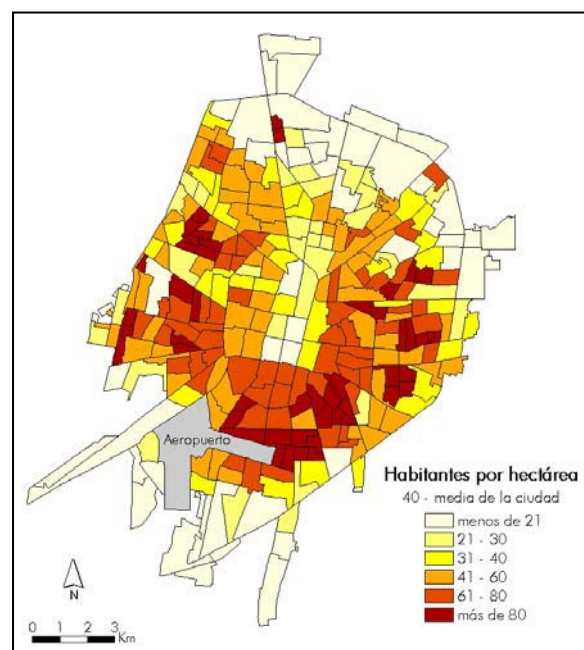


Figura 19. Mapa de densidad de población para la ciudad de Mérida, Yucatán.

7.2.3.2 Población según sus ingresos en salarios mínimos mensuales

Poco más de la mitad de la población meridana asalariada percibe únicamente hasta dos salarios mínimos mensuales por su trabajo, y menos de una quinta parte percibe más de cinco smm (tabla 5), concentrándose la mayoría de estos últimos en la parte norte de la ciudad, y la mayoría de los primeros en el sur y oriente (figuras 20 y 21).

Tabla 5. Población y porcentaje de la población asalariada de acuerdo a su percepción de salarios mínimos mensuales.

Salarios mínimos percibidos					
	Menos de 1	De 1 a 2	Más de 2 y menos de 5	Más de 5	Total
Población	35,799	96,861	76,760	44,099	253,519
Porcentaje	14.1	38.2	30.3	17.4	100.0

En relación a la distribución de la población de acuerdo a sus ingresos, resalta la porción sur de la ciudad, posterior al aeropuerto en dirección norte-sur, en donde más del 78% de la población de las AGEBs que conforman esta zona perciben dos smm y menos por su trabajo (figura 21); y en donde, en contraste, sólo es posible encontrar un porcentaje muy bajo de la población asalariada con más de cinco smm (figura 20).

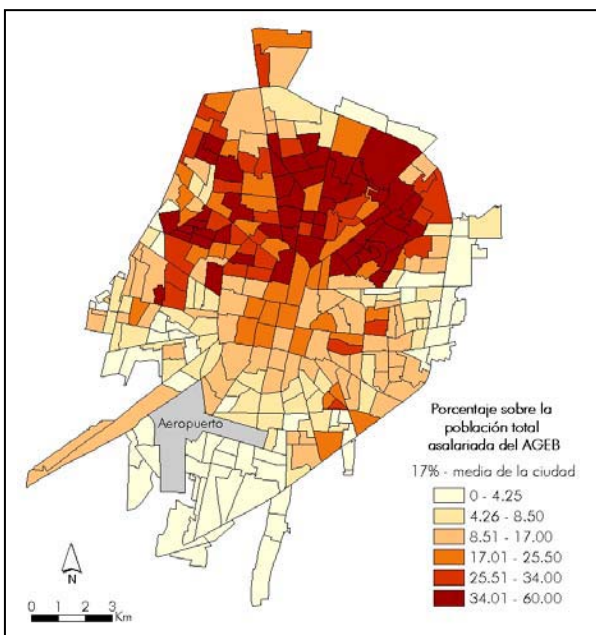


Figura 20. Mapa de porcentaje de la población asalariada que percibe **más de cinco** salarios mínimos mensuales.

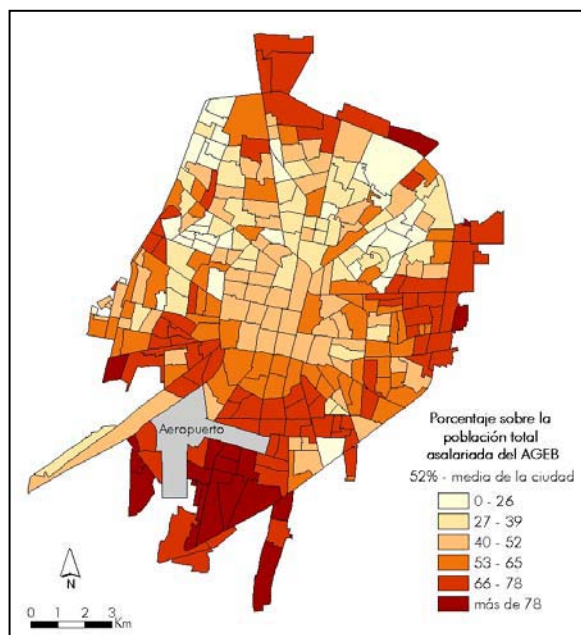


Figura 21. Mapa de porcentaje de la población asalariada que percibe **hasta dos** salarios mínimos mensuales.

Lo anterior nos muestra una dinámica contrastante de asentamiento de la población en relación a sus ingresos, en donde es posible percibir una relación inversa entre la población con los ingresos más bajos y con ingresos relativamente altos; es decir, el porcentaje de la población con más de cinco smm, tiende a disminuir conforme el porcentaje de la población con hasta dos smm aumenta, y viceversa.

No obstante, es posible encontrar AGEBs en las que se da una yuxtaposición de ambos grupos, en porcentajes medios principalmente, y de éstos con el restante porcentaje de la población que percibe más de dos y menos de cinco smm. No obstante esta convivencia de ambos grupos de población en una misma zona, es probable que éstos vivan en condiciones muy diferentes al interior de sus viviendas, como lo menciona Castells (1997).

Es posible mencionar aquí el reflejo de la segregación espacial de la población en relación a sus ingresos, encontrándose la mayoría de la población con mayores ingresos en el norte de Mérida, y la de ingresos más bajos en la porción sur, muy especialmente en la zona posterior al aeropuerto de la ciudad donde un muy alto porcentaje de la población percibe dos y menos salarios mínimos.

7.2.3.3 Población inmigrante

En relación a la inmigración a la ciudad, para el año 2000 el 7% de la población de cinco años y más era inmigrante; de este porcentaje el 2% correspondía a inmigrantes intraestatales y el 5% a inmigrantes interestatales y extranjeros. Los inmigrantes extranjeros se sumaron a los inmigrantes provenientes de otras entidades federativas del país, dado que tan sólo el 0.3% de la población meridana es de procedencia extranjera.

Respecto a las cifras presentadas es necesario considerar que se tomó en cuenta la solamente la migración realizada en el periodo 1995-2000, que es la que indica el lugar de origen del inmigrante en el XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

En los 1970's y 1980's se dio una importante migración de áreas rurales del Estado hacia el área urbana de Mérida, debido, entre otras causas a la crisis henequenera en Yucatán,

como lo señalan Cota (2007), García y Álvarez (2003) y Bolio (2000), lo que se refleja en una expansión significativa de la ciudad, que se dio partir de esas décadas (tabla 2 del apartado III). Sin embargo, esas cifras no se reflejan en el mapa de inmigración correspondiente elaborado aquí, debido a lo antes expuesto.

Retomando el aspecto de la distribución de los inmigrantes recientes en Mérida, con las cifras encontradas, se tiene que la mayoría de las AGEBs con un porcentaje poblacional inmigrante por arriba de la media de la ciudad se encuentran en el norte y poniente de la ciudad; así como en la zona centro (figura 22).

Tocante a la distribución del porcentaje de inmigrantes por tipo de inmigración, se observa que el asentamiento de los inmigrantes interestatales y extranjeros (figura 23) sigue un patrón muy similar al del porcentaje de la población inmigrante en general, indicando que el patrón de distribución de esta última está definido principalmente por el porcentaje de inmigrantes interestatales y extranjeros, lo cual es entendible dado el mayor porcentaje de éstos en relación a los inmigrantes intraestatales.

La migración interestatal (principalmente interurbana) que se da hacia la ciudad de Mérida, se debe principalmente a las facilidades que se presentan en la ciudad, de acuerdo a García y Álvarez (2003), en cuanto a la obtención de tierra y vivienda, a la disponibilidad de fuentes de empleo, al equipamiento de calidad, a la suficiencia de servicios, al favorecimiento de negocios gracias a las vías de transporte y comunicación, y a las posibilidades de recreación y esparcimiento al interior de la ciudad y áreas circunvecinas. Sin embargo muchos de estos atractivos se ubican en las zonas del norte, norponiente y poniente de la ciudad, debido a lo cual es entendible que una mayor proporción de la población inmigrante interestatal (de ingresos medios y altos) se ubique en tales zonas.

Por otro lado los inmigrantes intraestatales (figura 24); se asientan de manera un poco más regular en el territorio meridiano, que los interestatales y extranjeros, encontrándose además en altos porcentajes en relación a la media de la ciudad en las periferias del poniente, norponiente y sur de Mérida.

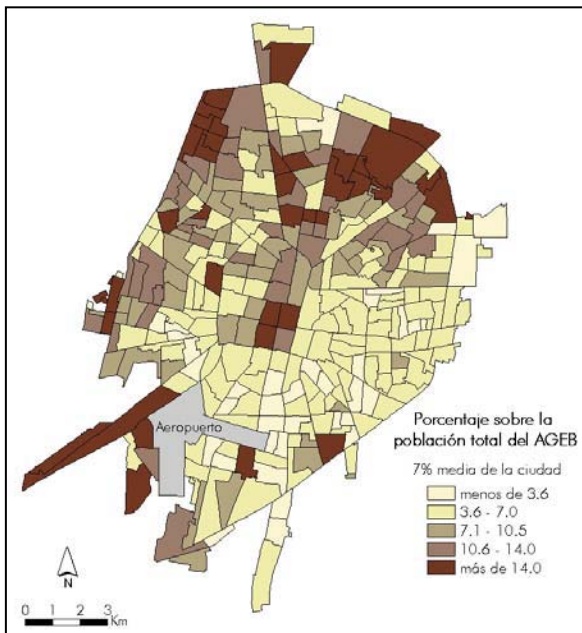


Figura 22. Mapa de porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante.

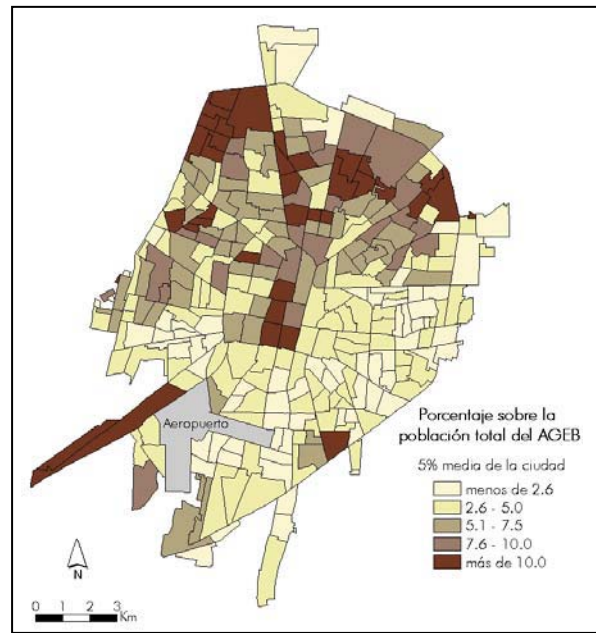


Figura 23. Mapa de porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante interestatal y extranjera.

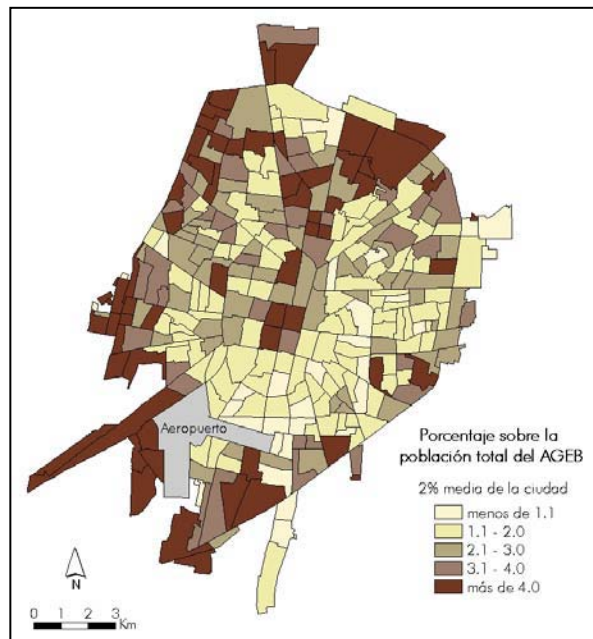


Figura 24. Mapa de porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante intraestatal. Incluye la población proveniente de Campeche dada la fuerte vinculación étnica y cultural que existe entre las poblaciones de ambas entidades.

La razón principal de la migración intraestatal (o rural-urbana) cómo ya se ha comentado, es la búsqueda de una vida mejor en las áreas urbanas, sin embargo, una buena parte de estos inmigrantes se asientan en terrenos no adecuados por su tipo y tenencia, sin servicios de infraestructura y equipamiento, sin condiciones de habitabilidad, de difícil acceso y escaso transporte (García, 2000); esto significa que los inmigrantes rurales de bajos ingresos se insertan principalmente en la zona sur de la ciudad, contribuyendo así a la subsistencia de los procesos de segregación urbana ya existentes antes de su llegada.

Dado lo anterior, la distribución en el territorio meridano de la población inmigrante refleja las posibilidades con que ésta cuenta de acceder a determinado lugar de residencia dentro de la ciudad; quienes cuenten con mayores recursos se insertarán en el norte y centro de la ciudad y quienes cuenten con menores recursos residirán a su vez en las zonas poniente y sur de la ciudad, lo cual también tiene que ver con la disponibilidad de espacios para dicha población al momento de su llegada, durante su estancia y posterior establecimiento en la ciudad.

Un ejemplo de las zonas de mayor concentración de inmigrantes es la de Francisco de Montejo (anexo V), al noroeste de la ciudad, donde un alto porcentaje de la población es inmigrante, proveniente tanto de otros estados del país como del interior de Yucatán; siendo éstos de recursos medios principalmente. Las viviendas en esta zona son de tipo fraccionamiento de interés social de densidad alta y generalmente cuentan con todos los servicios básicos al momento de llegada del inmigrante. Esta zona cuenta con un frecuente servicio de transporte urbano y aquí también es posible encontrar todo tipo de pequeños comercios y establecimientos de servicios varios.

7.2.3.4 Población hablante de lengua maya

Para el año 2000, el porcentaje de la población hablante de lengua maya en Mérida era del 13%, comprendiendo tanto a bilingües (el 99% del total de los hablantes de lengua maya), como a monolingües (el restante 1%).

Las AGEBs en las que cerca de una quinta parte de la población o más es hablante de maya conforman tres grupos bien definidos en las zonas periféricas sur, oriente y norte de la ciudad (figura 25). El 62% (188) de las AGEBs presenta un porcentaje de población hablante de maya del 13% o menor y sólo se encontraron dos AGEBs en las que no se registró ningún hablante de maya.

En la mayoría de las AGEBs con porcentaje alto de hablantes de maya, la densidad de población es baja, con un porcentaje de inmigrantes interestatales y extranjeros muy bajo también, pero con un porcentaje de inmigrantes provenientes de otras localidades de Yucatán relativamente alto; lo cual indica que una gran parte de la población que habla maya en la ciudad muy probablemente sea inmigrante, proveniente de las áreas rurales del Estado. De igual manera, un mayor porcentaje de esta población es probablemente de bajos recursos, dado que estas tres zonas donde se asienta un alto porcentaje de hablantes de maya son aquellas en las que un alto porcentaje de la población percibe hasta dos smm y donde las viviendas son predominante populares aún no consolidadas, e incluso de tipo precario.

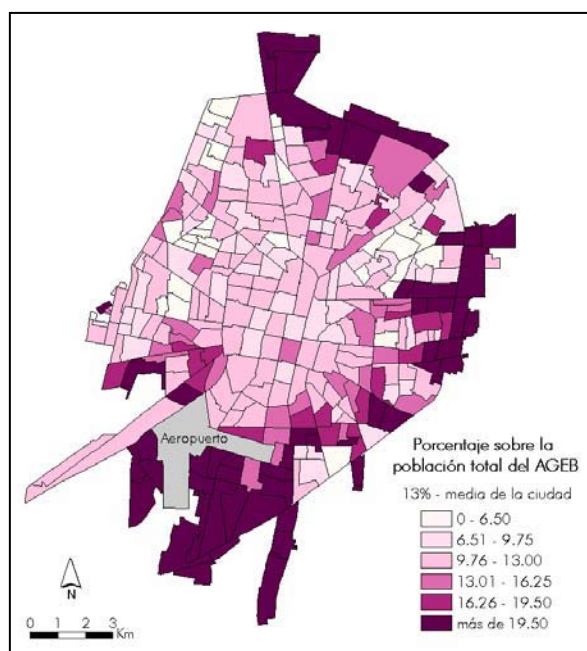


Figura 25. Mapa de porcentaje de la población de cinco años y más hablante de lengua maya.

7.2.4 Distribución espacial de los atributos estructurales de la ciudad

7.2.4.1 Segregación socioeconómica

De acuerdo a la zonificación de la ciudad en niveles socioeconómicos, propuesta por Pérez (2006)³⁰, se tiene que la mayor parte de las AGEBs corresponden a un nivel socioeconómico bajo (n=184-61%), seguidas de las de nivel alto (n=60-20%) y por último las de nivel medio (n=57-19%), ubicándose éstas dos últimas en la zona norte de la ciudad³¹ (figura 26).

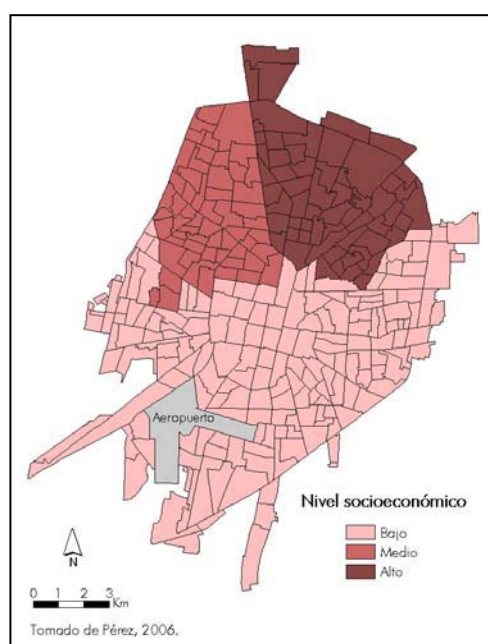


Figura 26. Zonificación de la ciudad de Mérida, Yucatán por nivel socioeconómico.

Si se contrasta este mapa con los elaborados aquí, y considerando la media encontrada para cada atributo como el punto de corte para considerarlo bajo o alto³², tenemos lo siguiente para cada una de las zonas:

³⁰ Para conocer la descripción puntual de los atributos que se presentan en cada zona en los que se basó la autora para la elaboración del mapa, remitirse a Pérez (2006).

³¹ Si se considera la superficie territorial de la ciudad, se tiene que el 60% del área de la ciudad corresponde a un nivel socioeconómico bajo, el 23% al nivel alto y el 17% al nivel medio, excluyendo el territorio que corresponde al aeropuerto de la ciudad.

³² El punto de corte para considerar un valor bajo o alto para cada atributo, es la media encontrada para la ciudad de cada uno de los mapas elaborados en el presente trabajo; los valores altos son aquellos que están por arriba de la media encontrada y los bajos aquellos que están por debajo de ésta, tomándose como valores medios a aquellos que estuvieron sólo un intervalo por arriba y uno por debajo de la media encontrada. Se recomienda remitirse a los demás mapas elaborados para los demás atributos.

- *Zona de nivel socioeconómico bajo:* presenta, en la gran mayoría de las AGEBs, un porcentaje bajo de población que percibe más de cinco smm por su trabajo y en contraste un porcentaje alto de la población percibe dos smm y menos; un bajo porcentaje de inmigrantes interestatales y un porcentaje variable de inmigrantes intraestatales, encontrándose en más altos porcentajes en las AGEBs periféricas del poniente y sur. El porcentaje de hablantes de lengua maya es variable también, pero se encuentra en muy altos porcentajes en el sur y oriente. En esta zona, tanto la densidad de vivienda como de población son variables y los tres únicos tipos de vivienda que se encuentran aquí son popular de densidad baja, popular consolidada de densidad media y de interés social de densidad alta.
- *Zona de nivel socioeconómico medio:* en esta zona encontramos un alto porcentaje de la población con más de cinco smm (pero menor que en la zona de nivel socioeconómico alto) y un bajo porcentaje de la población con hasta dos smm. Esta zona es una alta receptora de inmigrantes dado que los porcentajes de éstos, tanto intraestatales como interestatales son altos. Los hablantes de lengua maya se encuentran en un porcentaje bajo. Las densidades de vivienda y población son variables, pero se centran principalmente en los valores medios. En esta zona se pueden encontrar todos los tipos de vivienda, con excepción de la vivienda residencial de densidad baja; siendo esta zona en la única que se encuentra la vivienda media de densidad alta.
- *Zona de nivel socioeconómico alto:* En esta zona se encuentra el porcentaje más alto de la población con ingresos por arriba de los cinco smm. El porcentaje de población con dos y menos smm es bajo. Los porcentajes de la población inmigrante de ambos tipos son altos y el porcentaje de hablantes de maya es variable, pero se encuentra en un porcentaje alto en las AGEBs periféricas del norte. Las densidades de vivienda y de población son en general bajas y los dos tipos de vivienda predominantes son media de densidad media y residencial de densidad baja, aunque se pueden encontrar en menor medida los otros tipos, a excepción del de media de densidad alta.

7.2.4.2 Densidad bruta de viviendas habitadas

La media de la ciudad para la densidad bruta de viviendas habitadas encontrada es de 10 viviendas por hectárea; la cual podría considerarse baja; no obstante, hay que señalar dos aspectos importantes al respecto:

1. Que nos referimos a la densidad de vivienda *bruta*; es decir, que se considera la superficie total del AGEB, aún y cuando la mayor parte de ésta pudiera no estar edificada, y/o las edificaciones existentes tienen un uso diferente a la vivienda.
2. Que se trata de densidad de viviendas *habitadas*, dado que las viviendas abandonadas no aparecen registradas en el censo.

Teniendo en cuenta lo anterior, muy pocas AGEBs, presentan una densidad de viviendas habitadas de más de 30, siendo ésta muy baja en las áreas periféricas norte, sur y oriente (exterior al anillo periférico) de la ciudad (figura 27). En las AGEBs más céntricas, la densidad de vivienda es baja debido al abandono de viviendas y a un cambio de uso residencial a uno comercial y de servicios.

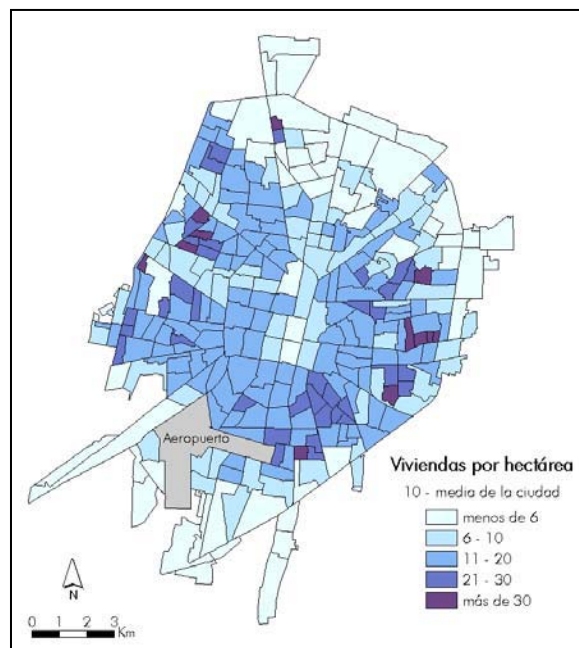


Figura 27. Mapa de densidad bruta de viviendas habitadas para la ciudad de Mérida, Yucatán.

Las AGEBs con densidad baja de población son claramente coincidentes con la densidad baja de viviendas habitadas (figuras 19 y 27 respectivamente) dada la relación existente entre ambos atributos; todas las AGEBs con densidad de vivienda de más de 30 viviendas por hectárea, cuentan con una densidad de población de más de 80 habitantes por hectárea; además, el tipo de vivienda en estas AGEBs es de interés social de densidad alta.

Una de las razones de las bajas densidades de vivienda y población en las AGEBs periféricas, particularmente en las del norte, es la especulación con el suelo que se dio a partir de los noventa y que está vinculada a los nuevos desarrollos habitacionales, lo que se expresa a su vez en espacios fragmentados al interior de la ciudad.

Por otro lado, García y Álvarez (2003) señalan que Mérida crece más en extensión que en población, lo que propicia una densidad de población baja; y por su parte Bolio (2004) apunta que en la ciudad de Mérida “las densidades urbanas son muy bajas en el contexto nacional de las ciudades medias y tienden a bajar aún más, a pesar de la proliferación de fraccionamientos de vivienda en serie, cuyas densidades son necesariamente más altas por exigirlo así las políticas de los fondos nacionales de vivienda social y popular”.

7.2.4.3 Tipología de vivienda

En cuanto a la tipología de vivienda, se encontró que la mayoría de las AGEBs presentan un tipo de vivienda bien definido, no obstante, existen varias AGEBs en las que es posible encontrar dos o más tipos de vivienda (dado que el mapa fuente está elaborado con base en la unidad de colonia y no de AGEB), en cuyo caso se consideró el tipo de vivienda predominante que presentaban. Ocho AGEBs presentan un uso predominante diferente al residencial, por lo que éstos se dejaron fuera de la clasificación.

En la zona de nivel socioeconómico alto, de acuerdo a la figura 28, es posible encontrar todos los tipos de vivienda, con excepción del tipo media de densidad alta; sin embargo los dos tipos claramente dominantes son media de densidad media y residencial de densidad baja.

En la zona de nivel socioeconómico medio se encuentran todos los tipos de vivienda en diferentes medidas también, con excepción del residencial de densidad baja, siendo los dos dominantes media de densidad alta y popular consolidada de densidad media.

En la zona de nivel bajo sólo es posible encontrar los tipos de vivienda de interés social de densidad alta, popular consolidada de densidad media y popular de densidad baja; en esta zona no hay AGEBS cuyo tipo de vivienda sea media de densidad alta, residencial de densidad baja o media de densidad media.

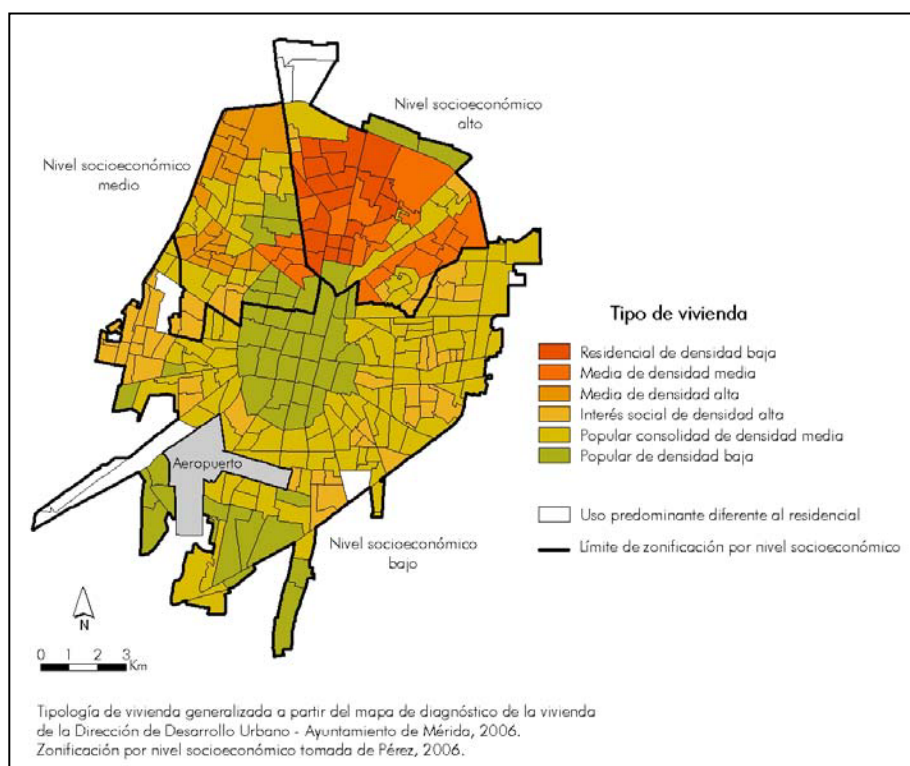


Figura 28. Tipo de vivienda predominante en el AGEB.

Lo anterior es un indicio de la segregación residencial o de vivienda en la ciudad de Mérida, la cual, de acuerdo a Castells (1997), genera espacios diferenciados según el tipo de vivienda, el cual está ligado a otros factores como el nivel socioeconómico, los ingresos y la calidad y grado de los servicios y equipamiento urbanos, generando espacios de fuerte homogeneidad hacia el interior y de fuerte disparidad con otros espacios cómo el mismo autor señala.

No obstante, por otro lado, también hay espacios en los que se da una mezcla residencial entre clases diferentes, las cuales, según Castells (1997) conviven en el mismo "barrio", aunque en condiciones muy distintas. Lo anterior se manifiesta en Mérida, a nivel de AGEB y colonia, en aquellas en las que existen tipos de viviendas correspondientes a diferentes grupos socioeconómicos como en el caso de las colonias Chuburná y Juan B. Sosa, tomadas como ejemplo, en la zona norte de la ciudad (nivel socioeconómico medio, anexo V), entre otras colonias, en las que es posible apreciar la coexistencia de viviendas de tipo residencial con amplias cocheras, junto, frente o cerca de casas humildes de una o dos piezas, de dimensiones mínimas y con una buena parte de su terreno sin edificar, lo cual no es privativo de la ciudad de Mérida, ya que Aldama y colaboradores (2002) señalan situaciones similares para la ciudad de México, por ejemplo.

La coexistencia de viviendas que corresponde a diferentes niveles socioeconómicos en la zona norte de la ciudad se debe a que, según lo señala Pérez (2006), el crecimiento de la ciudad en estas zonas se dio sobre terrenos ejidales con un poblamiento consolidado de bajos ingresos, y sobre los cuales se establecieron posteriormente fraccionamientos de clase media y media alta, así como viviendas residenciales.

En cuanto a las figuras concernientes a la vivienda (figuras 27 y 28); ambas están elaborados con base en la densidad de vivienda, no obstante la primera considera sólo las viviendas *habitadas* que hay en *todo* el territorio del AGEB; la segunda considera las viviendas existentes, habitadas o no, en la parte netamente edificada del AGEB, lo cual da como resultado mapas con densidades de vivienda diferentes.

De acuerdo al Reglamento de Construcciones del Municipio de Mérida (2004) una densidad de vivienda baja corresponde a una densidad máxima de 20 viviendas por hectárea, la media de un máximo de 30 viviendas por hectárea y la alta de un máximo de 40 viviendas, no obstante, si se considera las viviendas habitadas (figura 27) se aprecia en general una densidad menor a las que se establecen en dicho Reglamento, indicando que en algunas áreas la densidad de vivienda o está por debajo del máximo permitido, o que

existe una sobreoferta de vivienda, o que la población no tiene las posibilidades y/o oportunidades de acceder a ellas, según sea el caso.

Retomando el ejemplo de la zona de Francisco de Montejo (norponiente de la ciudad) que corresponde al tipo de vivienda media de densidad alta, con un máximo de 40 viviendas por hectáreas, cuenta con una densidad de viviendas habitadas menor, de entre 11 y 30 viviendas; esto puede ser debido a que aún no se ha vendido el total de viviendas construidas (indicando que hay una sobreoferta de éstas), sus propietarios no se han mudado todavía a la vivienda o no la han rentado, o porque tienen un uso diferente al de casa habitación. No obstante, a pesar de constituir una zona relativamente reciente en la ciudad (a partir de 1991), ésta ha experimentado una rápida urbanización y ocupación, al igual que el poniente de la ciudad, a diferencia de las demás áreas pertenecientes a este mismo periodo.

7.2.4.4 Etapas de crecimiento o construcción de la ciudad

Para este análisis se parte del mapa elaborado por Pérez (2006) (figura 29). La parte céntrica de la ciudad es la más antigua, como es de esperarse; su construcción se inició en 1542 creciendo lentamente hasta el porfiriato, donde tiene una gran expansión física, a partir de la cual mantiene su misma estructura hasta mediados del siglo XX³³. En la zona perteneciente a esta etapa, se encuentra el centro histórico de la ciudad.

En la segunda etapa de crecimiento, de 1954 a 1970 la urbanización de la ciudad se dio hacia el norte y sur, construyéndose en este periodo el aeropuerto de Mérida, el cual se constituyó en una clara barrera de desarrollo y de comunicación vial rápida a las AGEBS que se encuentran después de sus muros, en el sur. Es durante este periodo que empieza a darse un “vaciamiento” del centro, debido a que las familias adineradas reemplazaron y modernizaron sus viviendas con otro tipo de construcción al desplazarse y establecerse en el norte de la ciudad. Al final de este periodo ya se encontraba definida la diferenciación

³³ Los dos primeros periodos presentados por Pérez en su trabajo fueron modificados y combinados en la etapa uno de la figura 29. En el mapa fuente el primer periodo comprende de 1542 hasta 1920, y el segundo de 1921 a 1953.

norte de altos ingresos y sur de bajos recursos (Pérez, 2000) que persiste y se ha acentuado en la actualidad.

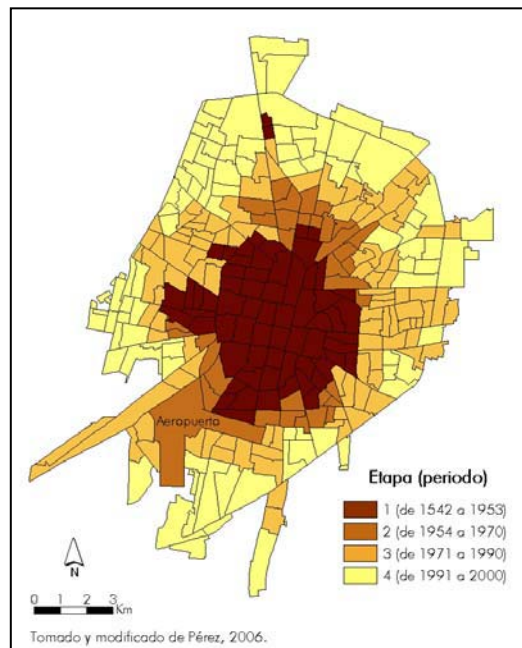


Figura 29. Etapas de crecimiento de la ciudad de Mérida, Yucatán.

A partir de 1971 y hasta 1991 se dio un rápido desarrollo en todas direcciones, estableciéndose un mayor número de AGEBs en el oriente y poniente; siendo pocas las AGEBs que se incrementaron en el sur, posteriores a los muros del aeropuerto. Este rápido crecimiento de Mérida se originó con la crisis henequenera de la región, a partir de la cual según Bolio (2004 y 2000) “la construcción de vivienda y el negocio de “hacer ciudad” funcionaron como válvula de escape para mitigar la crisis final de la industria, hasta constituirse en la más importante fuente de empleo y en la segunda rama de inversión pública y privada”

La ciudad incrementó su número de AGEBs muy rápidamente en tan sólo una década, a partir de 1991 y hasta 2000; estableciéndose un mayor número de éstas al norte y norponiente. Esta última zona y el poniente son los que se han urbanizado y poblado más rápidamente en relación al resto de las áreas del mismo periodo, debiéndose principalmente a la fuerte especulación con el uso del suelo urbano que se dio en la zona;

y donde la construcción de viviendas está orientada primordialmente hacia la población de ingreso medio y alto, como ya se comentó.

7.2.5 El arbolado urbano y su relación con variables socioeconómicas

Para el establecimiento de relaciones entre la cobertura, considerada en porcentaje y las demás variables, se toma como una cobertura baja aquella que corresponde a un 5% y menor de la superficie del AGEB, cobertura media aquella mayor de 5% y menor o igual al 10% y una cobertura alta mayor al 10% de la superficie del AGEB. El número de AGEBs para cada categoría son 153, 72 y 76 respectivamente. Para los mapas cuyo atributo representado es un porcentaje, se tomó como punto de corte al porcentaje medio encontrado de dicho atributo para la ciudad, y se consideraron únicamente las AGEBs que se encontraran por arriba de éste.

Cabe mencionar que no se trata aquí de establecer relaciones de causa-efecto, sino más bien de establecer asociaciones entre la distribución espacial de la cobertura; la cual refleja una mayor o menor arborización en la ciudad, con algunos atributos socioeconómicos y culturales de la población meridana, así como con ciertos atributos estructurales de la ciudad.

7.2.5.1 Densidad bruta de población

Tocante a la cobertura de arbolado urbano en relación a la densidad bruta de población (figura 30), se tiene que, para la cobertura baja, la proporción de AGEBs es menor para aquellas con una densidad de población baja, que para aquellas con densidades media y alta. De manera contraria, en relación a la cobertura alta, la proporción mayor de AGEBs corresponde a aquellas con una densidad de población baja. Como se aprecia en el mapa, el mayor número de AGEBs con cobertura alta asociada a una densidad de población baja se encuentran el centro, norte y oriente de la ciudad, y muy pocas de éstas en el sur posteriores al aeropuerto. Por otro lado, es importante señalar aquellas AGEBs en las que a pesar de presentar una densidad de población alta, la cobertura es alta también; estas AGEBs, junto con aquellas con una cobertura alta asociadas a una

densidad de población media, se encuentran ubicadas a partir de la zona media central de la ciudad hacia el sur.

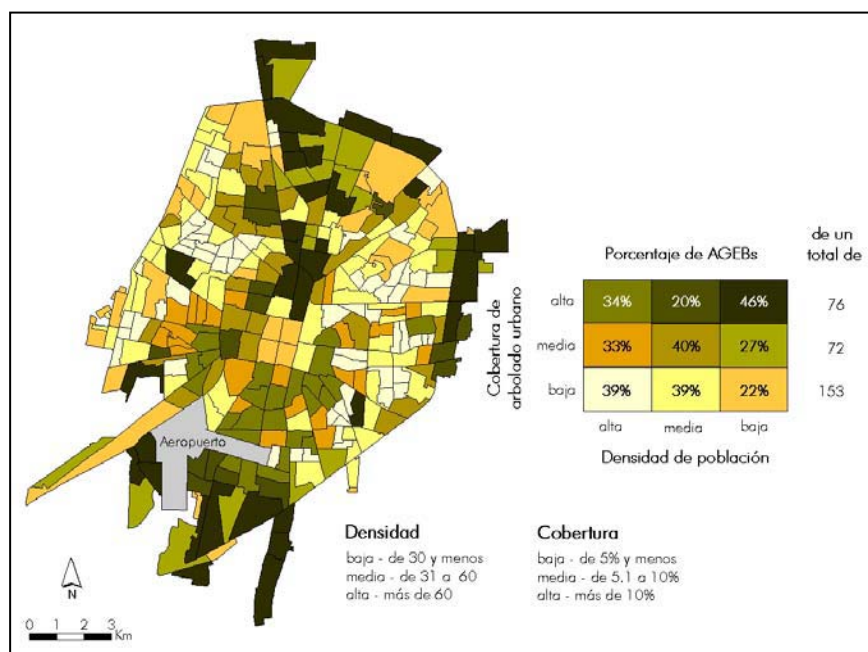


Figura 30. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEBS, en relación a la densidad bruta de población.

De manera general, pero no concluyente, podemos decir que la cobertura de arbolado urbano está más asociada a una densidad de población baja que a una densidad alta; aunque esto no se cumple de manera estricta para la porción sur de la ciudad, anterior y posterior a los muros del aeropuerto de la ciudad. El hecho de que no se presente una relación estrictamente inversa entre el porcentaje de cobertura y la densidad de población, significa que a pesar de haber densidades altas de población en determinada zona, existen otros factores que propician la existencia de una cobertura alta asociada a esta densidad. Por otro lado también, una densidad de población baja no necesariamente implica una cobertura alta como se manifiesta por la existencia de una igual proporción de AGEBS con cobertura alta y baja, (39% para cada uno), en relación al total de AGEBS de densidad baja.

Lo encontrado aquí es coincidente de manera parcial con lo expuesto por Dwyer et al. (2000), y Jensen et al. (2004) quienes encontraron que, de manera general, el grado de cobertura disminuye conforme la densidad de población aumenta. Sin embargo, en

Mérida, también es posible encontrar áreas con densidades altas de población que cuentan con altos porcentajes de su superficie con árboles, cómo se manifiesta con lo anteriormente expuesto.

7.2.5.2 Población según su percepción de ingresos en salarios mínimos mensuales

En la figura 31 se muestran aquellas AGEBs en los que más del 17% de la población asalariada percibe más de cinco smm (121 AGEBs), las cuales se encuentran principalmente en la porción norte de la ciudad. Para este atributo, la proporción de AGEBs aumenta conforme se pasa de una cobertura alta (15% de las AGEBs) a una cobertura media (25%) y de ésta a una baja (60%), es decir, que muy pocas AGEBs en donde más del 17% de la población percibe más de cinco smm presentan una cobertura alta y viceversa; un número muy alto de AGEBs con un alto porcentaje de la población con más de cinco smm corresponden a una cobertura baja de arbolado urbano.

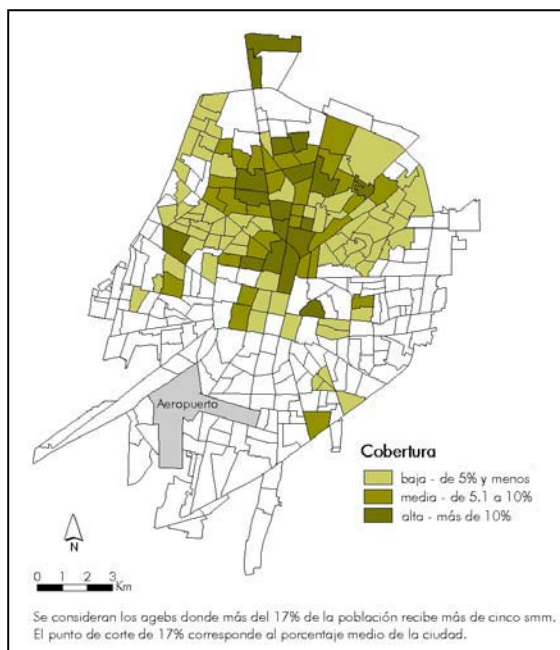


Figura 31. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación al porcentaje de la población asalariada que recibe más de cinco salarios mínimos mensuales por trabajo.

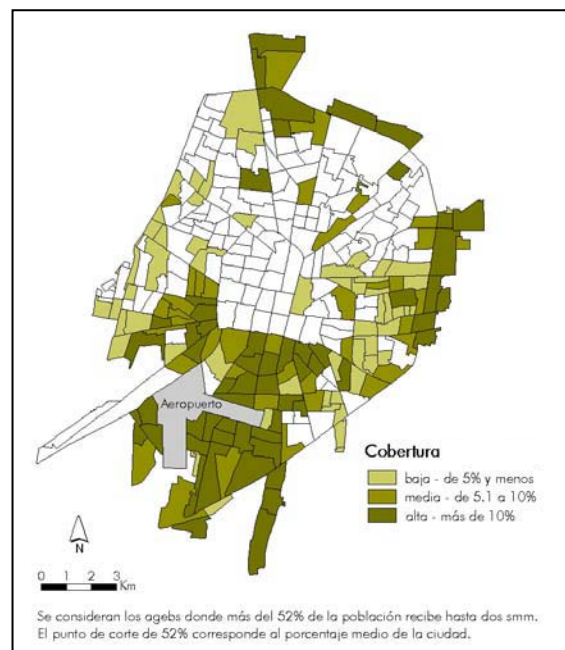


Figura 32. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación al porcentaje de la población asalariada que recibe hasta dos salarios mínimos mensuales por trabajo.

Para el caso de las AGEBs en las que más del 52% de la población percibe como máximo dos smm por su trabajo (155 AGEBs), podemos señalar que la mayoría de estas se

encuentran en las porciones sur y oriente de la ciudad y en menor medida en el norte y poniente de la misma (figura 30).

La cobertura en relación a este atributo presenta un patrón algo “desconcertante”, dado que la proporción de AGEBS que presentan una cobertura alta (37% de los 155 AGEBS) es igual a la de aquellas con una cobertura baja (37%), correspondiendo el porcentaje restante de estas (25%) a una cobertura media. No obstante esta proporción similar en las AGEBS con este atributo en relación a la cobertura, la distribución que presentan en el espacio meridiano no lo es, ya que las AGEBS donde más del 52% de su población percibe hasta dos smm asociadas a una cobertura baja, se ubican en las porciones oriente (interior al anillo periférico) y poniente de la ciudad, y las AGEBS en las que se asocian una cobertura alta con un alto porcentaje de la población con el atributo en cuestión se encuentran en el sur, oriente (exterior al anillo periférico) y, en menor medida en el norte de la misma.

De acuerdo a ambos mapas, un alto porcentaje de cobertura se encuentra notoriamente más asociada a un alto porcentaje de la población con dos y menos smm que a un porcentaje alto de la población con más de cinco smm y viceversa, un porcentaje alto de estos últimos se asocia más a un porcentaje bajo de cobertura.

Lo anterior, es por una parte contrario a lo mencionado por López-Moreno y Díaz-Betancourt (1991), Garzón et al. (2004) y Jensen et al. (2004), quienes asocian una muy baja cobertura de áreas verdes y arbolado urbano a un nivel bajo de ingresos de la población en determinadas zonas, dado que lo que se percibe en Mérida es que en la zona sur y oriente de la ciudad, en donde se encuentran los porcentajes más altos de la población con bajos ingresos, es posible encontrar una mayor proporción de AGEBS con una cobertura alta.

Por otro lado, es necesario considerar que estos autores, principalmente los dos primeros, se abocaron básicamente al estudio de las áreas públicas y no así a las privadas; a diferencia del presente trabajo, en el que, dado el empleo de la imagen satelital ya

descrita previamente, se incluyen ambos tipos de áreas arboladas, reflejando de cierta manera, que el arbolado privado representa una parte muy importante del arbolado general de la ciudad de Mérida.

A lo ya expuesto habría que agregar que es posible que la cobertura en las parte sur y oriente, y/o en las zonas donde el porcentaje de la población con ingresos bajos es alta, el arbolado urbano sea en mayor grado de calidad privada y en las zonas de altos ingresos, el arbolado puede ser tanto privado cómo público, pero siendo éste último más representativo en las áreas de altos ingresos que en las de ingresos menores.

Finalmente, cabe apuntar que, según Anaya (2002), la distribución desigual de las áreas verdes en la zona metropolitana de Guadalajara está determinada por el nivel de ingresos de la población; para Mérida, la distribución de las áreas verdes arboladas es también desigual, como se aprecia en los mapas de cobertura ya expuestos (figuras 16 y 17), sin embargo, no se podría decir que el grado de cobertura en la ciudad está *determinada* por el nivel de ingresos de la población, sino que sólo es posible establecer ciertas asociaciones en la que una alta cobertura se relaciona más a un alto porcentaje de población con ingresos bajos que a un alto porcentaje de población con ingresos mayores a cinco smm.

7.2.6 El arbolado urbano y su relación con variables culturales

Los aspectos culturales relacionados a la cobertura en este trabajo se contemplan mediante los porcentajes de la población hablante de lengua maya y de la población inmigrante. En este caso se considera el porcentaje de inmigrantes total, sin hacer distinción entre migración intraestatal e interestatal.

7.2.6.1 Población inmigrante

Es importante recordar que la inmigración a la que nos referimos corresponde al periodo 1995-2000.

La distribución espacial de las AGEBs en las que más del 7% de su población es inmigrante (138 AGEBs) se muestra en la figura 33, encontrándose que la mayor proporción de estas (60%) presentan una cobertura de arbolado urbano baja, seguidas de aquellas con una cobertura media (22%) y las menos son las que están asociadas a una cobertura alta (17%), lo cual indica que un alto porcentaje de inmigrantes se asocia a una cobertura baja; no obstante, esto puede deberse en gran medida a las posibilidades de establecerse en determinados lugares con que cuentan los inmigrantes al momento de su llegada y en su tiempo de estancia en la ciudad.

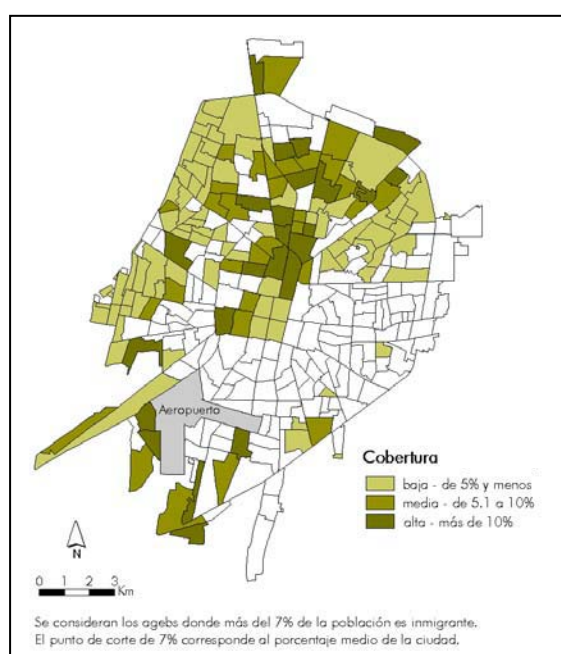


Figura 33. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación al porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante a la ciudad de Mérida, Yucatán.

La mayoría de las AGEBs con una cobertura baja y un alto porcentaje de inmigrantes corresponden a un tipo de vivienda tipo fraccionamiento de densidades media (en el oriente), y alta (en el poniente), las cuales ofrecen mayores facilidades para ser arrendadas, ya sea amuebladas o no, y/o adquiridas por la población inmigrante, además de ser lugares accesibles y contar con, o estar más cercanos a, el equipamiento, infraestructura y servicios de buena calidad; no obstante, son estas zonas las que tiene menos disponibilidad de espacio, tanto privado como público, para el establecimiento de áreas arboladas, *previo o posterior* a la llegada de los inmigrantes. Es decir, que es

altamente probable que los inmigrantes lleguen o se establezcan en áreas poco arboladas más que ser su condición de inmigrante lo que suscite la poca arborización de su alrededor.

Para el caso de las AGEBS céntricas, hay que tomar en cuenta que en estas hay una densidad de población muy baja y que los usos de suelo predominantes son comercial y de servicios. Aquí es posible encontrar cuartos o departamentos en renta a precios relativamente accesibles, por lo que es factible el establecimiento de inmigrantes en esta zona por periodos breves. Por otro lado, muchas viviendas del centro de la ciudad, de la época y estilo colonial, son adquiridas por extranjeros, quienes cuentan con el capital necesario para invertir en la restauración y acondicionamiento de tales viviendas para su ocupación.

Los inmigrantes por lo regular llegan a un lugar ya establecido, el cual puede estar arbolado, o no, y dependiendo de si vive con conocidos, renta o compra una vivienda, sus posibilidades de arbolar o no su espacio circundante (para el caso de los sitios privados), dependerá de su preferencia, posibilidades de espacio y disponibilidad de tiempo para el plantado y cuidado de árboles, además de su tiempo de estancia y/o establecimiento en la ciudad.

El aspecto cultural de la migración relacionada a la cobertura en Mérida se reflejaría de manera más apropiada en datos más antiguos de inmigración tanto interestatal como intraestatal. Una inmigración rural-urbana, tanto antigua como reciente, probablemente estará ligada positivamente a una alta cobertura dada la persistencia de la práctica productiva del solar entre los habitantes rurales y dado que éstos, al llegar a la ciudad, posiblemente establecieron este tipo de sistemas en sus predios, plantando o dejando crecer especies de árboles multipropósito que ayudaran a satisfacer o complementar sus necesidades de alimento, combustible y sombra por ejemplo. Por otro lado, una migración urbana-urbana podría estar más ligada a especies que no son de la región y que presentan un uso predominantemente ornamental. Un estudio puntual sobre el tema proporcionaría los elementos necesarios para confirmar o rechazar tales suposiciones.

7.2.6.2 Población hablante de lengua maya

Para el caso de la cobertura de arbolado urbano en relación al porcentaje de la población hablante de lengua maya (figura 34) se tiene que el 41% de las 113 AGEBs donde más del 13% de la población habla maya, se asocia a una cobertura alta. El 31% a una cobertura baja y el 28% restante a una cobertura media, lo cual refleja claramente que una alta cobertura está asociada a un alto porcentaje de la población que habla maya, sin embargo, esto no significa que el alto porcentaje de hablantes mayas sea la causa de una alta cobertura, sino que ambos atributos se encuentran asociados, sin que ello establezca necesariamente una relación de causa-efecto; sin embargo, de ser así, se debería al hecho de un arraigo cultural maya, prevaleciente aún en la población meridana, relacionado a la práctica productiva del solar o huerto familiar, del cual la familia obtiene recursos materiales y alimenticios como se comentó en el apartado anterior.

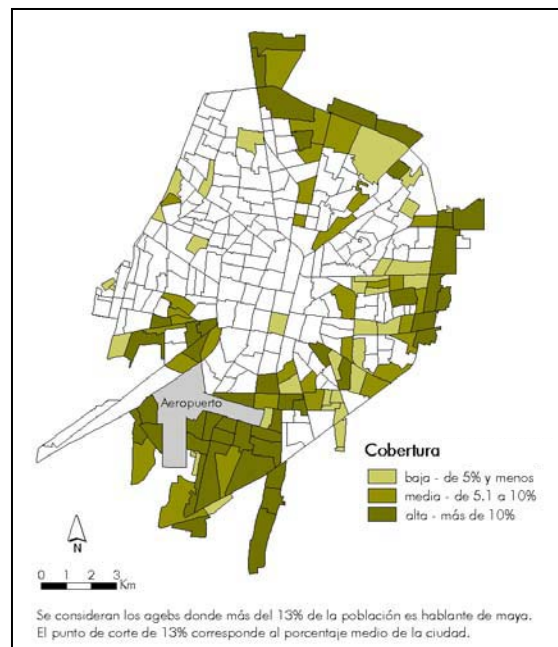


Figura 34. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación al porcentaje de la población de cinco años y más hablante de lengua maya.

No se cuenta con otros trabajos realizados en otras ciudades con los que se pueda contrastar lo encontrado en este estudio, ni para el caso de hablantes de maya, ni para el de inmigrantes, dado que no se encontró ninguno en el que se mencionaran estos

aspectos como parte de aquellos que pudieran asociarse e incluso influir en la cobertura de arbolado urbano. Ciertamente se habla de las preferencias de la población por espacios arbolados o no, más parece que el aspecto cultural es muy poco abordado en estudios de este tipo, a pesar de que a decir de Dwyer y colaboradores (2000), las poblaciones urbanas exhiben generalmente una mayor diversidad étnica y racial.

Para fines comparativos en lo relacionado particularmente a la asociación de hablantes de maya y la cobertura de arbolado urbano, lo ideal sería comparar lo encontrado con lo que se da en otras ciudades del Estado o de la Península, como Campeche, por ejemplo; o con cualquier otra en la que haya habido antiguamente la presencia de asentamientos mayas y en los que se perciba de manera muy cercana un arraigo por las tradiciones y cultura mayas, y muy específicamente a la práctica del solar.

7.2.7 El arbolado urbano y su relación con variables de la estructura urbana de la ciudad

7.2.7.1 Segregación socioeconómica

En la mayor parte del territorio meridano predomina la población de nivel socioeconómico bajo, dado que el 60% del área de la ciudad corresponde este nivel, seguida del 23% correspondiente al nivel alto y el 17% restante al nivel medio.

Para el caso de la cobertura en relación al nivel alto, el 48% de las AGEBs pertenecientes a éste tienen una cobertura baja, y se encuentran ubicadas más hacia el oriente de esta zona, el 27% a una cobertura alta y por último el 25% a una cobertura media; encontrándose estas últimas en la porción poniente de esta zona (figura 35).

Por otro lado, en el mapa se aprecia de manera muy evidente que la mayor proporción de AGEBs (70%) del nivel medio cuenta con una cobertura baja, y una menor proporción presenta coberturas media (21%) y alta (9%). Al nivel socioeconómico bajo corresponden un 30% de AGEBs con cobertura alta, 24% con cobertura media y 46% con baja.

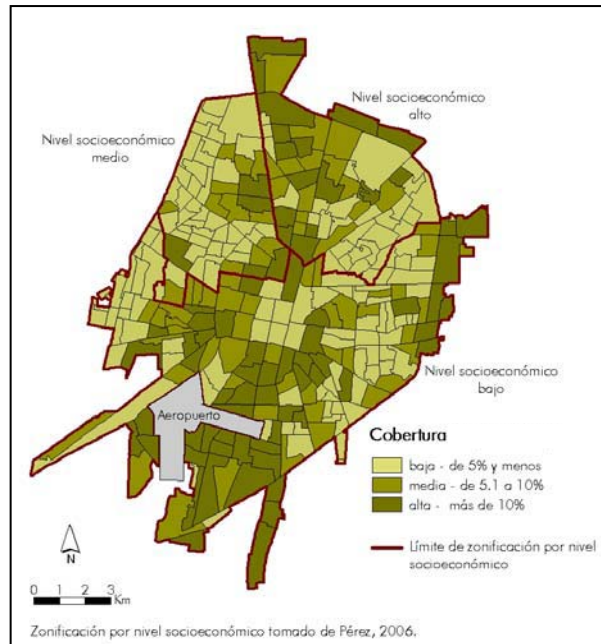


Figura 35. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación a las diferentes zonas de nivel socioeconómico de la ciudad.

Todos los niveles presentan una proporción más alta de cobertura baja, sin embargo, es altamente notorio que la zona de nivel medio es la que carece mayormente de arbolado urbano; a excepción de algunas AGEBs ubicadas en su parte más interna, las cuales son más antiguas que el resto de las AGEBs.

Como se observa en mapa de cobertura en relación al nivel socioeconómico, la mayor proporción de AGEBs con cobertura alta y media se encuentran en la zona de nivel bajo, y posteriormente en la de nivel alto. Sin embargo, también la mayor proporción de AGEBs de cobertura baja se encuentran en el nivel bajo; aunque no es tan evidente dada la distribución, y el tamaño, de estas AGEBs; no obstante, sin lugar a dudas, la población de nivel socioeconómico bajo cuenta con, y aporta a la ciudad, la mayor parte de la cobertura de arbolado urbano presente en la misma.

7.2.7.2 Densidad bruta de viviendas habitadas

Para la cobertura asociada a la densidad bruta de viviendas habitadas tenemos que, cómo se observa en el mapa (figura 36), la cobertura alta se asocia claramente a una densidad de vivienda menor a las 20 viviendas habitadas por hectárea (densidades media

y baja); no obstante, igual que para el caso de la densidad de población, una densidad baja de viviendas habitadas no necesariamente implica una cobertura alta, ya que como se aprecia en el mapa, existe una proporción mayor de AGEBs con una cobertura baja que con una cobertura alta para esta densidad de vivienda. Por otro lado, una densidad de viviendas habitadas alta, está visiblemente asociada a una cobertura baja; de hecho, casi la mayoría (10 de 12) de las AGEBs con una densidad de vivienda muy alta (de más de 30 viviendas por hectárea), presentan una cobertura de menos del 1%.

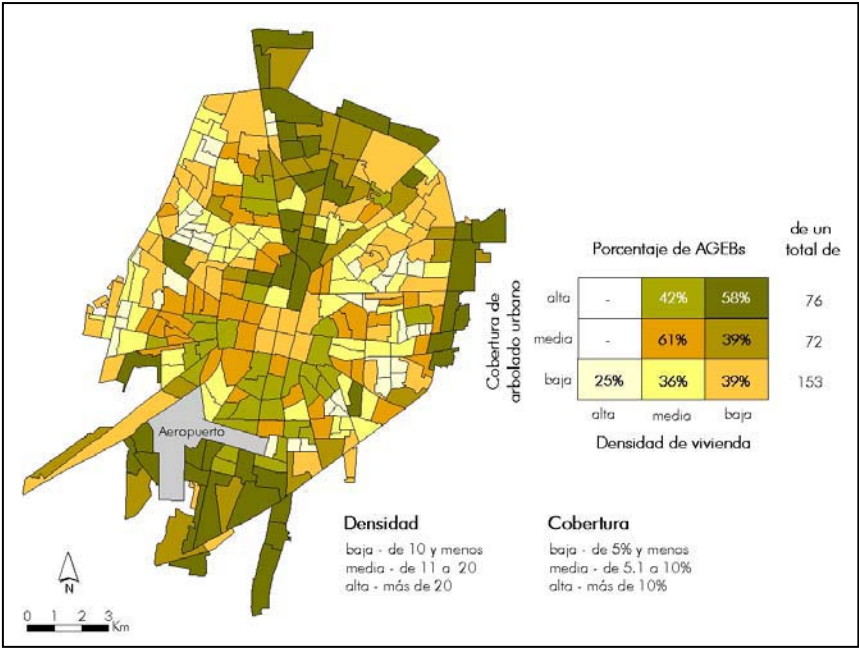


Figura 36. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEB, en relación a la densidad bruta de viviendas habitadas.

Una limitante de esta variable radica en el hecho de que se trata de la densidad de viviendas habitadas, como se había comentado anteriormente, lo cual no refleja de manera adecuada el grado de urbanización en el AGEB, como lo hace la tipología de vivienda, la cual está basada en la densidad de viviendas construidas como uno de sus parámetros. Lo que si es evidente con esta variable, es que la ocupación de viviendas en Mérida, para casi todos los tipos de vivienda que maneja el Ayuntamiento, está por debajo del máximo permitido según el Reglamento de Construcciones del Municipio de Mérida (2004). De hecho, el promedio de densidad de viviendas habitadas encontrado

para la ciudad es del orden de la mitad de la densidad baja manejada en dicho Reglamento.

Sin embargo, a pesar de lo anterior, innegablemente la cobertura alta en las partes norte, sur (posterior a los muros del aeropuerto) y oriente (exterior al anillo periférico) de la ciudad está ligada a una baja ocupación de la vivienda; no obstante que en la zona sur, anterior al periférico, está asociada también a una ocupación un poco más alta.

7.2.7.3 Tipología de vivienda

Para la elaboración de la tipología, el Ayuntamiento consideró el tipo propio de vivienda, el nivel socioeconómico de sus usuarios, la cantidad y calidad de los servicios, así como el equipamiento e infraestructura con los que se cuenta en cada zona determinada.

En relación a la cobertura asociada a la tipología de vivienda, como se aprecia en el mapa correspondiente (figura 37), todas las AGEBS con una tipología de vivienda de densidad alta (social y media; de máximo 40 viviendas por hectárea) se asocian únicamente a una cobertura baja. Estos tipos de vivienda se presentan mayormente en el oriente y poniente de la ciudad, siendo su alta densidad una causa primordial de la baja cobertura en estas zonas, y de hecho, la escasa arborización es una de las fuertes problemáticas en estas áreas, de acuerdo al Ayuntamiento de Mérida (2003). En estas viviendas la superficie mínima ajardinada debe ser, de acuerdo al Reglamento de Construcciones del Municipio de Mérida (2004), del 12.5%; no obstante no se establece que deba ser un área arborizada, pudiendo cumplir esta función una capa de pasto; e incluso, este espacio puede ser cementado posteriormente, ya que no hay ningún tipo de vigilancia que haga valer tal norma.

Estas viviendas tienen un alto coeficiente de ocupación del terreno, destinándose principalmente a la vivienda, la cochera y el patio, dejando muy poco espacio para el plantado de árboles al interior de mismo, e incluso entre las edificaciones. Es posible apreciar en estas viviendas la existencia de un árbol, si acaso dos en la parte frontal y/o

trasera del terreno, no obstante éstos no son muy grandes y no forman masas densas de cobertura con otros árboles, dado que se encuentran separados los unos de los otros. En las AGEBS con este tipo de vivienda, una buena parte del arbolado es público encontrándose en camellones y aceras. La cobertura en estos tipos de vivienda es baja, independientemente de que una esté orientada a la población de ingresos medios (media) y la otra a la población de menores ingresos (interés social).

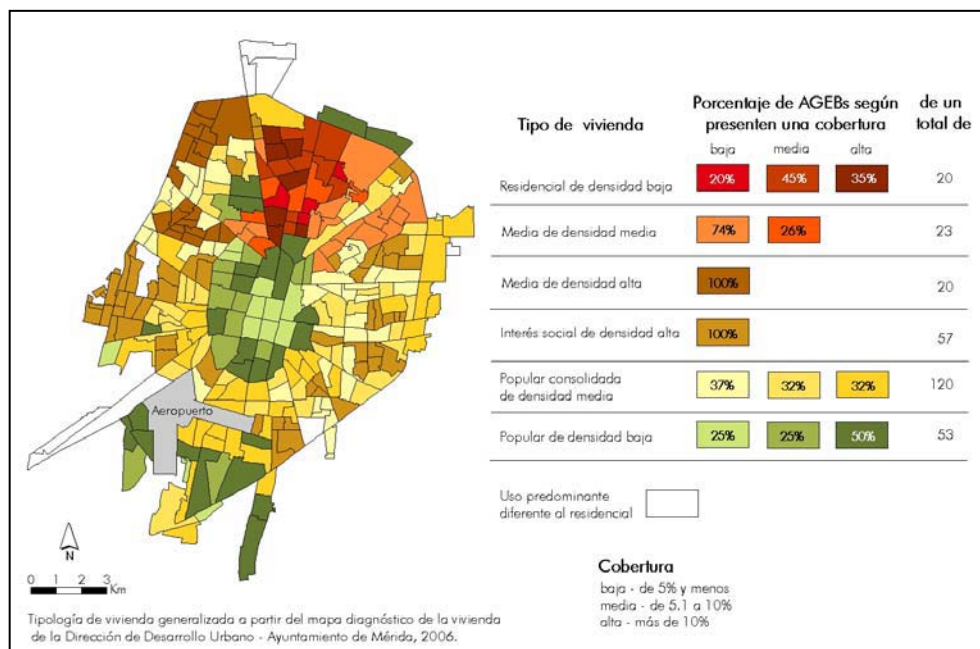


Figura 37. Mapa de cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEBS, en relación al tipo de vivienda predominante en cada AGEBS.

La densidad de viviendas habitadas en una gran parte de las viviendas de densidad alta es de casi la mitad de la densidad máxima permitida, indicando claramente que es debido al grado de superficie urbanizada, y no propiamente a la habitada, que la cobertura de arbolado urbano es baja en estas zonas.

En relación a las viviendas de densidad media (media y popular consolidada; de máximo 30 viviendas por hectárea), una mayor proporción de AGEBS cuenta con cobertura baja, seguidas de aquellas con cobertura media. Como se muestra en el mapa, sólo la vivienda popular consolidada presenta cobertura alta, en igual proporción que la cobertura media. En ambos tipos de vivienda la construcción de la vivienda es edificada de manera personalizada, la diferencia es que la de tipo medio se construye en una sola etapa con

materiales duraderos y la popular ha pasado por un proceso de construcción por etapas y que inició como vivienda precaria, de materiales perecederos, de un solo cuarto, y que finaliza en la consolidación de la vivienda. También, ambas cuentan con exteriores amplios; aunque para el caso de la vivienda popular, esto puede variar dependiendo de las necesidades de ocupación de que tuvieron las familias previo a la consolidación final de la vivienda.

Continuando con la relación del tipo de vivienda con la cobertura de arbolado urbano, evidentemente la alta cobertura se asocia de manera positiva a la vivienda popular (y no así a la media), sin embargo, una alta proporción de AGEBs con cobertura baja está ligada también a la vivienda popular consolidada, lo cual tiene que ver muy probablemente con las preferencias, y aún más con las necesidades y posibilidades de sus propietarios, de edificar, o no, la mayor parte de su predio, dejando espacio arbolado, o no, y/o espacio disponible para ser arborizado.

La ocupación en ambos tipos de vivienda, popular consolidada y media, también está por debajo del máximo permitido, excepto para algunas pocas AGEBs de vivienda popular que sí presentan una ocupación similar a la densidad de viviendas construidas permitida.

Las viviendas de densidad baja son de tipo residencial y popular, cuya densidad máxima permitida es de 20 viviendas por hectárea; la de tipo residencial presenta en su totalidad (excepto por dos AGEBs) una densidad de viviendas habitadas muy por debajo (menos de 10) del máximo permitido. La vivienda de tipo popular presenta una proporción casi igual de AGEBs que están por debajo de la densidad permitida, que de las que son similares a ésta, principalmente en la parte centro; en las zonas periféricas de este tipo de vivienda, todas están muy por debajo de la densidad edificada permitida. Cabe mencionar que ninguna AGEB, de ningún tipo de vivienda, presenta una densidad de viviendas habitadas por arriba de su máximo permitido.

Para el caso de estos tipos de vivienda, las dimensiones mínimas son algo dispares, ya que para la residencial es de 500m² y para la popular de 300m². Ambas son construidas

de manera personalizada, pero la primera se construye en una sola etapa y la segunda está aún en proceso de consolidación y puede tener partes construidas aún con materiales perecederos. Ambas cuentan con exteriores amplios, no obstante, para el caso de la segunda tal vez sea debido a una falta de recursos para ampliar la vivienda y ocupar así una mayor parte de su predio; sin embargo, sea cual fuere la razón, la vivienda popular está innegablemente más asociada a una cobertura de arbolado alta, que la vivienda residencial.

La alta cobertura que se presenta en la zona sur y oriente (o de nivel socioeconómico bajo) está altamente relacionada a la vivienda de tipo popular, de densidad baja y media; y la muy baja cobertura en el oriente y poniente, a las viviendas de interés social y media de densidad alta. Para el caso de las viviendas de nivel socioeconómico alto; residencial de densidad baja y media de densidad media, encontramos que se presenta una cobertura alta para la primera, pero no así para la segunda, la cual está asociada únicamente a una cobertura media y baja.

Acorde a lo ya expuesto, tenemos que la tipología de vivienda, ligada a los factores que se mencionan en líneas anteriores, nos muestra de manera más clara la relación de la cobertura de arbolado urbano con la densidad de vivienda construida en la ciudad; que con la densidad bruta de viviendas habitadas. Además, el diseño y las dimensiones propias de las viviendas y los terrenos sobre las que se asientan son básicos en cuanto a la consideración de disponibilidad de espacio para el establecimiento de áreas verdes en mayor o menor grado, según se dé el caso.

Por otro lado, el hecho que la densidad de vivienda construida sea uno de los principales factores asociados a la baja cobertura (tipos de vivienda media e interés social de densidad alta) es coincidente con lo expresado por Dwyer et al. (2000) y Pauleit y Duhme (2000), por ejemplo, quienes señalan que a una mayor densidad de vivienda construida y/o grado de urbanización corresponde una cobertura arbolada, y de áreas verdes en general, muy baja.

A todo lo previamente expuesto en relación a la vivienda habría que agregar que Mérida es una ciudad claramente horizontal en la que predomina la vivienda de un nivel y si acaso dos, siendo las edificaciones con tres o más niveles muy escasas. Este hecho propicia también el desarrollo de árboles con copas amplias que se encuentren por arriba de los techos de las edificaciones (las cuales pueden proporcionar sombra, por ejemplo) e incluso la formación de agrupaciones de copas más densas que cuentan con un potencial mayor de proporcionar servicios ambientales significativos de beneficio para la población meridana.

7.2.7.4 Etapa de crecimiento o construcción de la ciudad

Tocante a la distribución de AGEBS por etapa se tiene que 65 (22%) de las 301 AGEBS corresponden a la etapa de crecimiento 1, 34 (11%) a la 2, 106(35%) a la 3 y 96 (32%) a la 4. La cobertura de arbolado urbano en relación a los cuatro periodos de crecimiento de la ciudad se muestra en la figura 38.

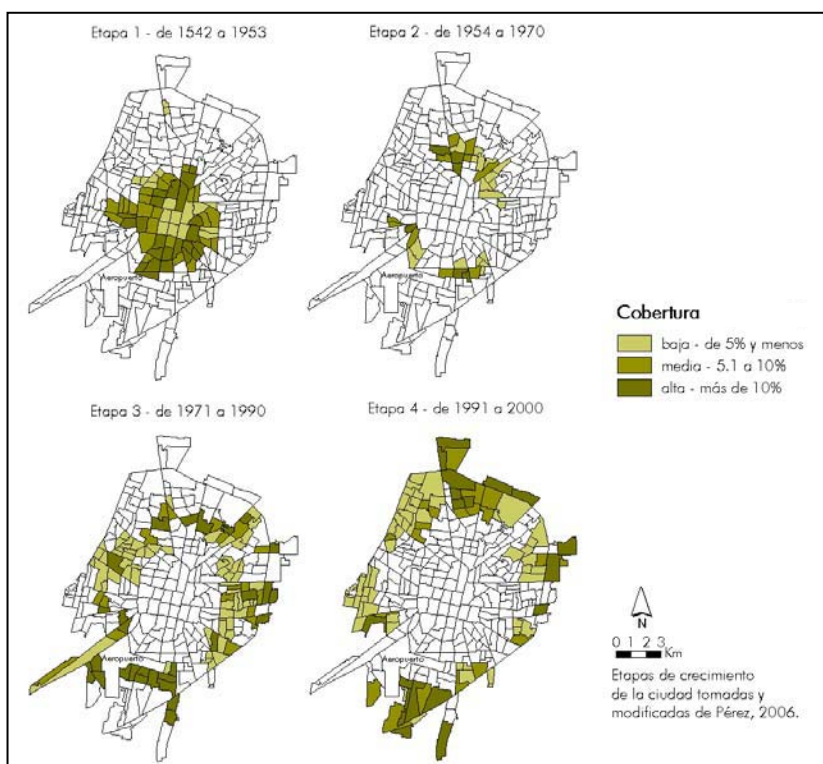


Figura 38. Cobertura de arbolado urbano, considerada como porcentaje del AGEBS, en relación a las etapas de construcción de la ciudad.

La etapa más antigua de la ciudad es a la más arbolada en el sentido que una mayor proporción de las AGEBs de esta etapa presentan una cobertura media y alta (37 y 35% respectivamente) y una menor proporción cuentan con una cobertura baja (28%), ubicándose estas últimas en la parte más céntrica de la zona, unas cuantas al norponiente y las dos pequeñas del norte. Las tres siguientes etapas muestran una alta proporción de sus AGEBs con cobertura baja (53, 57 y 59% respectivamente), seguidas de aquellas con cobertura media (29 y 21%) y baja (18 y 20%) para las etapas 2 y 4; y baja (26%) y media (17%) para la etapa 3.

Tocante al tema, lo que sucede en Mérida es congruente con la relación que establecen otros autores entre la menor arborización (Canto y Pérez, 2003), e incluso menor número de especies (López-Moreno y Díaz-Betancourt, 1991), y las zonas de más reciente construcción en las áreas urbanas. Canto y Pérez (2003) señalan incluso que en Mérida existe una relación entre la antigüedad de las zonas de la ciudad con una menor densidad de construcción y una mayor vegetación; y también mencionan que es notoria la alta densidad de construcción y muy poca cantidad de vegetación en los fraccionamientos nuevos; lo cual cómo se vio en el apartado anterior es altamente evidente para la zona poniente, establecida en su mayoría a partir de 1991 y correspondiente a fraccionamientos de alta densidad.

Ciertamente, las etapas más recientes de la ciudad están asociadas a una menor arborización en la ciudad, no obstante, esto tiene que ver principalmente con los esfuerzos de urbanización para estas zonas, ya que como se aprecia en el mapa, lo anterior se aplica perfectamente para el oriente (interior al periférico), y muy especialmente para el poniente, los cuales han contado con una alta construcción y densificación de la vivienda, sin embargo estos esfuerzos han sido mucho menores para las zonas oriente (exterior al anillo periférico), sur y en algunas AGEBs del norte, en donde se ubican la mayoría de AGEBs con cobertura alta para estas mismas etapas.

7.2.8 Zonificación propuesta para la ciudad de Mérida, Yucatán

Para la elaboración de una propuesta de zonificación de la ciudad de Mérida, integrando la cobertura de arbolado urbano y demás variables con las que se trata, se tienen nueve zonas propuestas (figura 39), cuya descripción en relación a los atributos que aquí se tratan se presenta a continuación, no sin antes mencionar que el punto de corte para considerar un valor bajo o alto para cada atributo, es la media encontrada para la ciudad de cada uno de éstos; los valores altos son aquellos que se encuentran por arriba de la media y los bajos aquellos que se encuentran por debajo de ésta, tomándose como valores medios a aquellos que estuvieron sólo un intervalo por arriba y uno por debajo de la media encontrada. Se recomienda remitirse a los mapas elaborados para cada atributo.

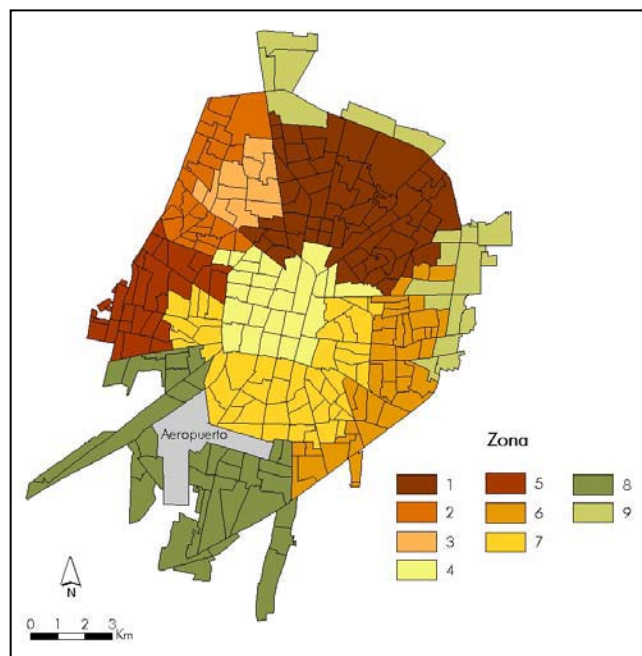


Figura 39. Zonificación propuesta para la ciudad de Mérida, Yucatán, integrando la cobertura de arbolado urbano con los aspectos socioeconómicos, culturales y estructurales que se presentan en la ciudad.

Zona 1.- El periodo de construcción de esta zona es muy variable dado que en su porción sur cuenta con unas cuantas AGEBS que se establecieron desde la fundación de la ciudad; seguidas de algunas más que se establecieron a partir de 1954 y el resto de ellas a partir de 1971 y hasta el 2000. Los tipos de vivienda residencial de densidad

baja y media de densidad media son los predominantes en esta zona; no obstante, es posible encontrar los demás tipos de vivienda en menor proporción, excepto la de tipo media de densidad alta, la cual no existe aquí. La densidad bruta de población es de media a baja. El porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos smm es bajo, en contraste con el que percibe más de cinco smm, el cual es muy alto. El porcentaje de inmigrantes es alto, siendo el porcentaje de interestatales alto y el de intraestatales de medio a alto. El porcentaje de la población hablante de lengua maya es de medio a bajo. Su porcentaje de cobertura es variable, siendo muy bajo en su porción oriente y de medio a moderadamente alto en su porción poniente.

Zona 2.- El periodo de construcción de esta zona es de 1971-2000, sin embargo una mayor parte de ésta se dio a partir de 1991. Los tipos de vivienda predominantes aquí son media de densidad alta y en menor medida popular consolidada de densidad media. La densidad bruta de población es de media a alta. El porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos smm es bajo, y el que percibe más de cinco smm es alto. El porcentaje de inmigrantes es muy alto en esta zona, siendo los porcentajes de inmigrantes interestatales como intraestatales altos en ambos casos. El porcentaje de la población hablante de lengua maya es bajo. El porcentaje de cobertura en esta zona es extremadamente bajo.

Zona 3.- Casi la mitad de las AGEBs de esta zona se establecieron a partir de 1991 y hasta 2000, y el resto lo fueron antes de esta fecha, pero ninguno antes de 1954. Está pequeña zona de la ciudad es muy heterogénea en cuanto al tipo de vivienda, ya que aquí es posible encontrar todos los tipos, excepto el residencial de densidad baja. La densidad bruta de población es media. El porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos smm es de medio a bajo y el que percibe más de cinco smm es alto. El porcentaje de inmigrantes es de medio a alto, siendo el porcentaje de interestatales medio, al igual que el de intraestatales. El porcentaje de la población hablante de lengua maya es bajo. El porcentaje de cobertura aquí es medio.

Zona 4.- Esta zona es la mas antigua de la ciudad, ya que su periodo de establecimiento corresponde desde la fundación de la ciudad y hasta el año de 1953; su tipología de vivienda es básicamente popular de densidad baja. La densidad bruta de población es

de media a baja. El porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos smm es bajo y el que percibe más de cinco smm es de medio a alto. El porcentaje de inmigrantes es de medio a alto, tanto para la inmigración general como para la interestatal e intraestatal. El porcentaje de la población hablante de lengua maya es bajo. La cobertura en esta zona es de media a baja.

Zona 5.- El periodo de construcción de esta zona es de 1971-2000. Los tipos de vivienda a encontrar en esta zona son interés social de densidad alta y popular consolidada de densidad media; aunque la primera es más dominante que la segunda. La densidad bruta de población es media a alta. El porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos smm es de medio a alto, mientras que el porcentaje de población que percibe más de cinco smm es de medio a bajo. El porcentaje de inmigrantes en general es a alto, siendo el porcentaje de inmigrantes interestatales de medio a bajo y el de intraestatales alto. El porcentaje de la población mayahablante es bajo. El porcentaje de cobertura para esta zona es muy bajo.

Zona 6.- Poco más de la mitad de las AGEBs que conforman esta zona corresponden al periodo de 1971-1990, y la parte restante son recientes; de 1991-2000. Los dos tipos de vivienda a encontrar en esta zona son popular consolidada de densidad media y de interés social de densidad alta; pero aquí, al contrario que en la zona 5, la vivienda popular domina sobre la otra. La densidad bruta de población en esta zona es alta. El porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos smm es alto y el que percibe más de cinco smm es bajo. El porcentaje general de inmigrantes es bajo, siendo el porcentaje de interestatales bajo, y el de intraestatales variable. El porcentaje de la población hablante de lengua maya es de medio a alto. El porcentaje de cobertura es esta zona es bajo.

Zona 7.- Esta zona, junto con la zona 4, son las más antiguas de la ciudad; gran parte de esta zona corresponde al periodo de 1542-1953 y una menor proporción de esta es del periodo de 1954-1970. En esta zona se pueden encontrar viviendas de los tipos popular consolidada de densidad media y popular de densidad baja, y en menor medida de interés social de densidad alta. La densidad bruta de población aquí es muy alta. El porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos smm es alto

y el que percibe más de cinco smm es bajo. El porcentaje de inmigrantes, general y por tipos, es bajo. El porcentaje de la población que habla maya es de medio a bajo. El porcentaje de cobertura en esta zona es de medio a alto.

Zona 8.- La parte interna de esta zona corresponde al periodo de 1971-1990 y la externa al de 1991-2000. Los tipos de vivienda a encontrar en esta zona son popular consolidada de densidad media y popular de densidad baja (en esta zona, algunas de las viviendas de este tipo corresponden a viviendas precarias). La densidad bruta de población es alta en su parte más interna y muy baja en las zonas adyacentes al anillo periférico. El porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos smm es muy alto en esta zona, en contraste con el porcentaje que percibe más de cinco smm, el cual es muy bajo. El porcentaje general de inmigrantes es variable, pero muy bajo en el área que se encuentra entre los muros del aeropuerto; el porcentaje de inmigrantes interestatales es bajo, y el de intraestatales alto. El porcentaje de la población mayahablante es muy alto. La cobertura en esta zona es alta.

Zona 9.- Esta zona se estableció a partir del 1971, pero gran parte de esta corresponde al periodo de 1991-2000. A esta zona corresponde la vivienda popular consolidada de densidad media y sólo cuenta con dos AGEBS de popular de densidad baja. La densidad bruta de población es baja en su porción oriente y muy baja en la parte del norte. El porcentaje de la población asalariada que percibe hasta dos smm es alto y el porcentaje que percibe más de cinco smm es muy bajo en la parte oriente y bajo en la parte norte. El porcentaje de inmigrantes es bajo en el oriente y variable en el norte, siendo el porcentaje de inmigrantes interestatales bajo en toda la zona y el porcentaje de inmigrantes intraestatales de medio a alto. El porcentaje de la población mayahablante en esta zona es muy alto, al igual que en la zona 8. La cobertura en esta zona es alta también.

7.2.8.1 Arbolado urbano por habitante por zonas propuestas

Se estimó la cobertura promedio de arbolado urbano por habitante para cada una de las nueve zonas propuestas, cuyo resultado se presenta en la figura 40, en donde se observa

claramente cuales son las zonas con más cobertura por habitante y cuales son las que menos presentan.

Cinco de las zonas presentan un promedio de cobertura por habitante por debajo de la media encontrada para la ciudad en general de 18.39 m^2 y las restantes cuatro están por arriba de éste, siendo las zonas de ingresos más bajos (8 y 9) las que cuentan con una mayor cobertura per cápita; muy por arriba de la media de la ciudad y de lo mínimo recomendado por la OMS, aunque no hay que dejar de lado que ambas zonas son de densidad poblacional y de vivienda bajas.

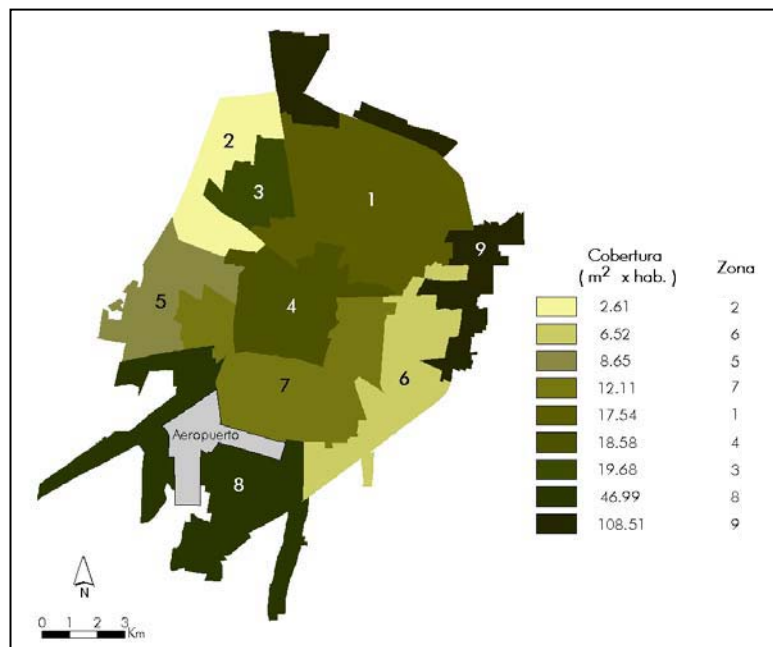


Figura 40. Cobertura de arbolado urbano por habitante en m^2 para cada una de las zonas propuestas para la ciudad de Mérida, Yucatán.

La zona 2 es la que sí está muy por debajo de toda recomendación, esto debido principalmente al tipo de vivienda que domina en esta zona, la cual es de densidad alta, indicando que a esta zona se le debería dar prioridad en lo que a opciones de arborización se refiere, aunque, tal vez con el tiempo esta zona presente más arborización, dado que es de reciente urbanización, por lo que el arbolado ahí presente todavía está en desarrollo y puede por lo tanto, ser más representativo en el futuro.

Para el caso de la zona 5, el dato que se aprecia en el mapa, se da principalmente debido a la existencia de una AGEB con una cobertura muy alta, no obstante, sin la cobertura de esta AGEB, esta zona le seguiría en orden a la zona 2, dado que aquí la vivienda es predominantemente de interés social de densidad alta, y de reciente establecimiento como esa zona.

La zona 4 debe su alta cobertura promedio por habitante principalmente a la baja densidad de población con que cuenta; a diferencia de lo que sucede en la zona 7, en donde el bajo número de cobertura promedio en relación a la media de la ciudad, es debido a la alta densidad de población ahí presente.

Cómo se mencionó en líneas anteriores, la cobertura de arbolado urbano promedio por habitante en Mérida es alto, casi del doble en relación a los 9m^2 mínimos de área verde recomendado por la OMS para ambientes urbanos, sin embargo, como bien se aprecia, esto no se cumple para todas las zonas de la ciudad, lo cual responde a las diferencias en la relación población-cobertura en cada una de estas; pero que evidencia por ejemplo, los pocos esfuerzos de arborización en las zonas de recientes, y no tan recientes, fraccionamientos. Por un lado, es importante promover la mayor arborización de las zonas 2, 5 y 6 principalmente, y por otro, incentivar la preservación y manejo adecuado del arbolado existente en las zonas 8 y 9.

7.3 Análisis estadístico espacial

7.3.1 Autocorrelación espacial global

Cómo se apuntó anteriormente, la autocorrelación espacial global se refiere a la presencia de una variación en la media o valor esperado del atributo de interés a través del área de estudio, y es también llamada efecto de primer orden (Bailey y Gatrell, 1995).

De acuerdo a las gráficas de dispersión de Moran arrojadas por el programa GeoDA, empleando una matriz de ponderación espacial de vecinos más cercanos por contigüidad, existe la presencia de autocorrelación espacial global significativa (la recta está muy por

fuera de las envolturas) tanto para la cobertura de arbolado urbano considerada en hectáreas, como para la cobertura considerada como porcentaje del AGEB, siendo la autocorrelación más alta en el caso de esta última (figuras 41 y 42).

Lo anterior significa que la distribución de la cobertura, tanto en hectáreas como en porcentaje del AGEB, sigue un patrón global y no se presenta de manera homogénea en la ciudad, cómo bien se aprecia en los mapas anteriormente expuestos (figuras 16 y 17). Es decir, hay una variación en la media de la cobertura a través del área de Mérida, que es más marcada en la cobertura considerada en porcentaje.

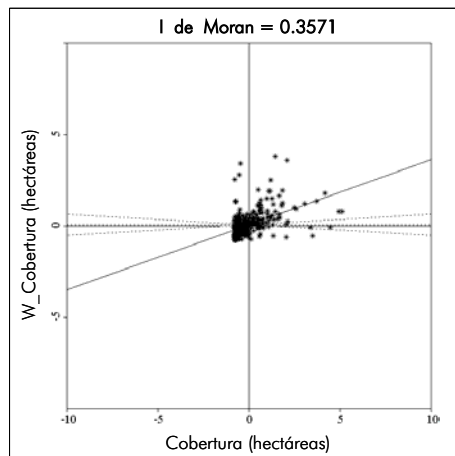


Figura 41. Gráfica de dispersión de Moran para cobertura en hectáreas.

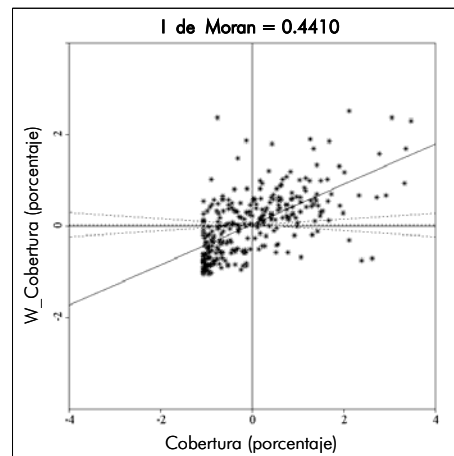


Figura 42. Gráfica de dispersión de Moran para cobertura como porcentaje del AGEB.

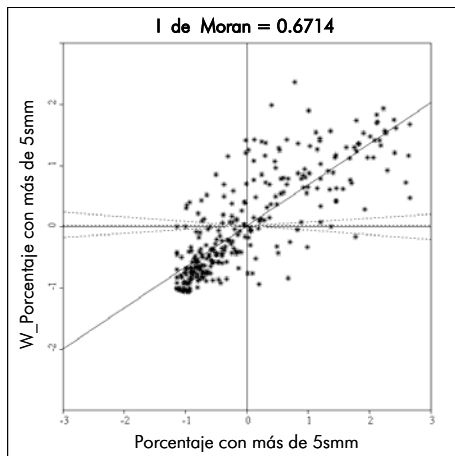


Figura 43. Gráfica de dispersión de Moran para porcentaje de la población ocupada de recibe más de cinco salarios mínimos mensuales por trabajo.

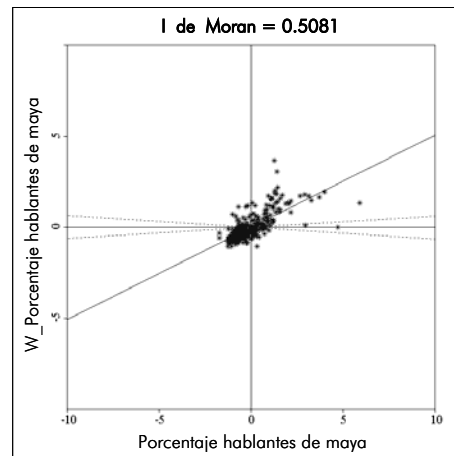


Figura 44. Gráfica de dispersión de Moran para porcentaje de la población de cinco años y más hablante de lengua maya.

De manera complementaria se exploró la presencia de autocorrelación espacial global en las demás variables consideradas en el estudio, las cuales fueron empleadas en el modelo de regresión que se muestra en apartados subsecuentes, obteniendo como resultado que en todas existe una autocorrelación global significativa (figuras 43 a la 46).

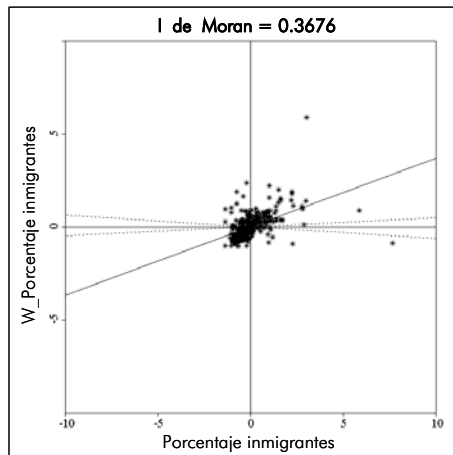


Figura 45. Gráfica de dispersión de Moran para porcentaje de la población de cinco años y más inmigrante.

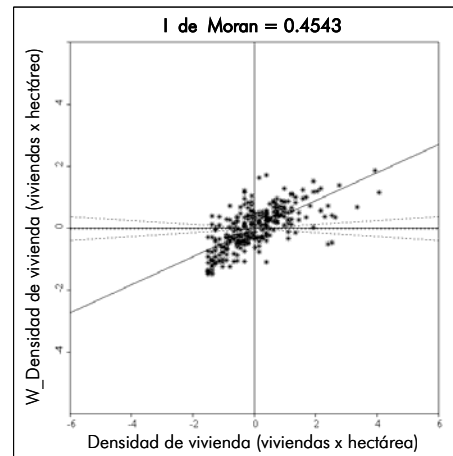


Figura 46. Gráfica de dispersión de Moran para densidad bruta de vivienda considerada en viviendas por hectárea.

7.3.2 Autocorrelación espacial local

La autocorrelación espacial local, o también llamada efecto de segundo orden, implica la correlación entre valores de la misma variable en diferentes ubicaciones (Bailey y Gatrell, 1995). Para el presente trabajo se emplearon los mapas LISA elaborados en GeoDA para conocer la presencia de autocorrelación espacial local en la cobertura.

En el mapa de agrupaciones para la cobertura en hectáreas (figura 47), se observa la formación de dos agrupaciones con autocorrelación espacial local alta-alta en las partes norte y sur de la ciudad y tres agrupaciones de autocorrelación espacial baja-baja en las partes oriente y poniente. Sólo hay dos AGEBs con autocorrelación alta-baja y cinco AGEBs pequeñas con baja-alta. La mayoría de las agrupaciones son significativas a una $p \leq 0.05$ (figura 48).

En relación a los mapas de agrupaciones y significancia para la cobertura en porcentaje (figuras 49 y 50), se observa que son muy similares a los mapas anteriores, dado que se forman las mismas agrupaciones de autocorrelación espacial positiva baja-baja y se presentan las mismas AGEBs con autocorrelación negativa alta-baja. No obstante, las

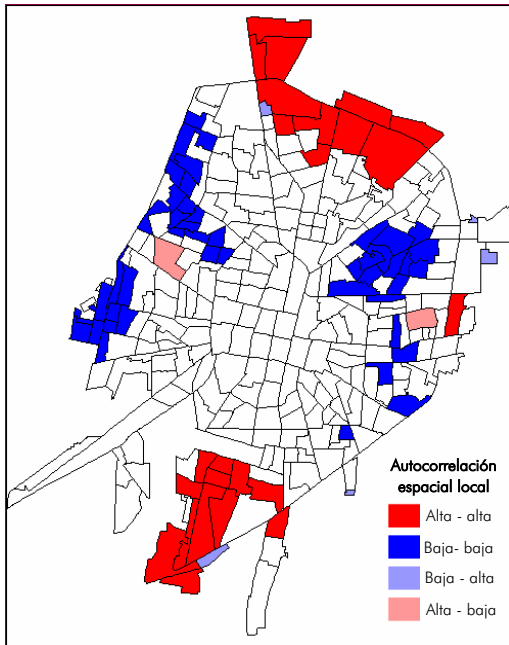


Figura 47. Mapa LISA de agrupaciones para cobertura de arbolado en hectáreas con los diferentes tipos de autocorrelación espacial local.

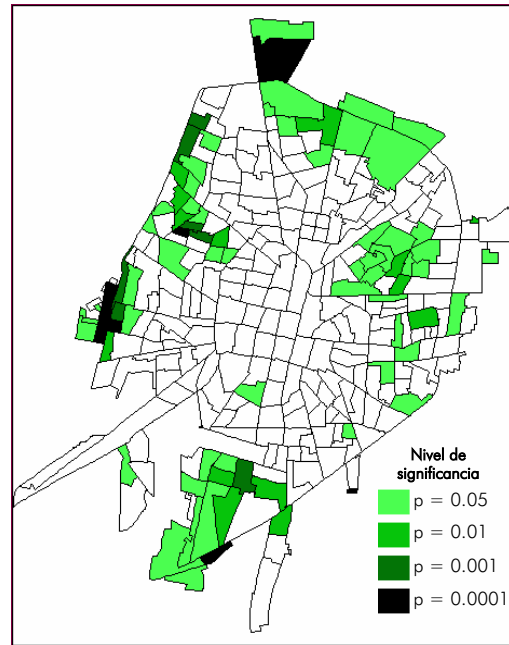


Figura 48. Mapa LISA de significancia para cobertura de arbolado en hectáreas.

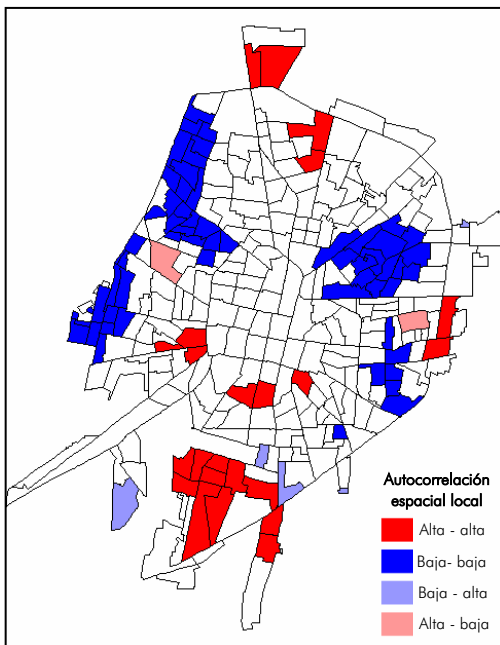


Figura 49. Mapa LISA de agrupaciones para cobertura de arbolado en porcentaje del AGEB con los diferentes tipos de autocorrelación espacial local.

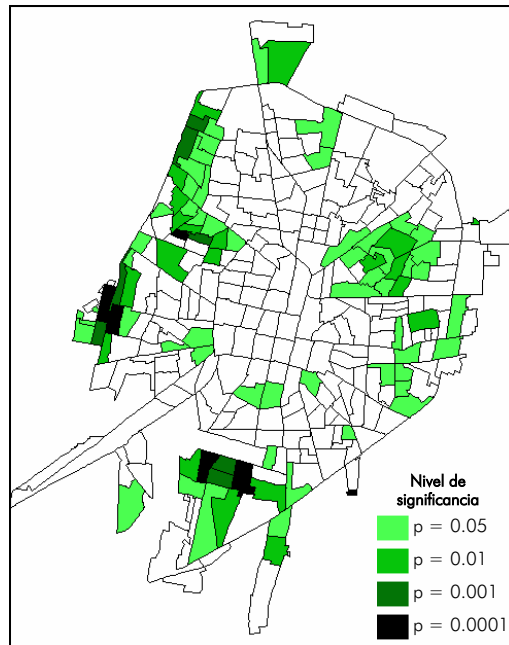


Figura 50. Mapa LISA de significancia para cobertura de arbolado en porcentaje del AGEB.

agrupaciones de autocorrelación alta-alta que se forman en ambos mapas son ligeramente diferentes, principalmente en cuanto a que la agrupación que se forma en el norte es más pequeña y a que aparecen otras en la parte céntrica de la ciudad. Dos AGEBS pequeñas con autocorrelación baja-alta son coincidentes en ambos mapas. Los niveles de significancia son muy similares en ambos mapas también, salvo por los grupos del norte y del sur posteriores al aeropuerto de la ciudad.

Si se comparan las figuras anteriores con las figuras 16 y 17, es posible apreciar la correspondencia de las agrupaciones de autocorrelación espacial local positiva alta-alta y baja-baja con la cobertura de arbolado urbano.

7.3.3 Modelo de regresión espacial

Una vez realizadas las pruebas para conocer la presencia de autocorrelación espacial global y local en la cobertura (en hectáreas y porcentaje) se corrió el modelo de regresión propuesto:

$$\text{LN_COBERTURA EN PORCENTAJE} = \beta w_{\text{ln_cob}} + \beta \text{ln_densviv} + \beta \text{ln_inmig} + \beta \text{ln_habmay} + \beta \text{ln_m5smm} + \beta \text{ec2} + \beta \text{ec3} + \beta \text{ec4} + \beta \text{ageb} \leq 5 \text{has} + \varepsilon$$

empleando el modelo de rezago espacial mediante el método de máxima verosimilitud, como se señaló anteriormente.

Los resultados de la regresión (anexo II.4) indican que el ln del porcentaje de cobertura disminuye en relación a aumentos en el ln de la densidad de vivienda y en el ln del porcentaje de inmigrantes, así como también disminuye conforme la etapa de construcción es más reciente y cuando el tamaño del AGEB cambia de más de 5 hectáreas a menos de 5. Por el contrario, el ln del porcentaje de cobertura aumenta con el aumento en el ln del porcentaje de hablantes de lengua maya y en el ln del porcentaje de la población que percibe más de cinco smm por su trabajo (tabla 6).

Tabla 6. Coeficientes y probabilidad asociada resultantes del modelo de rezago espacial mediante el método de máxima verosimilitud para conocer el efecto de las variables sobre el porcentaje de cobertura de arbolado urbano.

Variable	Coeficiente	Probabilidad
w ln cobertura en porcentaje	0.524	<0.001
ln densidad de vivienda	-0.250	<0.001
ln porcentaje de inmigrantes	-0.302	<0.001
ln porcentaje de hablantes de maya	0.571	<0.001
ln porcentaje de población que percibe más de 5 smm	0.107	0.065
etapa de crecimiento 2	-0.418	0.002
etapa de crecimiento 3	-0.425	<0.001
etapa de crecimiento 4	-0.519	<0.001
tamaño del AGEB ≤ 5 hectáreas	-0.740	0.008

Para el modelo propuesto, todas las variables resultaron tener un efecto significativo ($p \leq 0.05$) sobre el ln del porcentaje de la cobertura a excepción del ln de porcentaje de la población que recibe más de cinco salarios mínimos por trabajo. Al respecto, debido a la heteroscedasticidad aún presente ($p = 0.03$) (anexo II.4) en el modelo, la probabilidad para esta variable pudiera verse afectada, por lo que en este caso no es posible establecer de manera robusta la significancia o no del efecto de la variable sobre el ln del porcentaje de cobertura.

En cuanto al efecto cuantitativo de las variables sobre el porcentaje de cobertura se muestran en las tablas 7 y 8, los porcentajes de cambio en el porcentaje de cobertura en relación a las demás variables consideradas. Cabe mencionar aquí que en los casos en donde tanto la variable dependiente como las independientes están transformadas logarítmicamente, la relación es comúnmente referida en econometría como elasticidad; la cual se interpreta como el porcentaje de cambio en la variable dependiente, mientras la variable independiente aumenta en un 1% (página de Internet de Stata FAQ: http://www.ats.ucla.edu/STAT/stata/faq/stata_interpret_log.htm). Para el caso en donde la variable dependiente está transformada logarítmicamente y la variable independiente es dicotómica, se interpreta también como el porcentaje cambio en la variable independiente; pero cuando el coeficiente sugiere un porcentaje cambio grande en la variable dependiente, el porcentaje exacto de diferencia entre la pertenencia (1) o no (0) al determinado atributo, puede obtenerse de la siguiente manera: $100 (\text{inv. ln} [\text{coeficiente}] - 1)$ (fórmula modificada de la fuente) (Wooldridge, 2000).

Tabla 7. Porcentaje de cambio en el porcentaje de la cobertura conforme a un aumento de 1% en la variable independiente.

Con un aumento de <u>1 por ciento</u> en:	El porcentaje de cambio en el porcentaje de cobertura es de:
la densidad de vivienda	↓ 25.0%
el porcentaje de inmigrantes	↓ 30.2%
el porcentaje de hablantes de maya	↑ 57.1%
el porcentaje de población que percibe más de 5 smm	↑ 10.7%

Tomando en cuenta la anterior, tenemos que el porcentaje de cambio en el porcentaje de la cobertura más alto se presenta con un aumento de 1% en el porcentaje de la población hablante de lengua maya y el más bajo con un aumento de 1% en el porcentaje de la población que percibe más de 5 smm por su trabajo, ambos con un efecto positivo; es decir, el porcentaje de cobertura aumentará en un 57.1% con un aumento del 1% en el porcentaje de hablantes de lengua maya.

Para el caso de las variables dicotómicas; variables de la estructura urbana, el mayor porcentaje de cambio sobre la variable dependiente se da cuando el tamaño del AGEB cambia de más de cinco hectáreas a menos de cinco, con un efecto negativo. Esta variable se incluyó para ponderar de alguna manera el efecto de la gran disparidad en el tamaño de las AGEBs.

Tabla 8. Porcentaje de cambio en el porcentaje de la cobertura conforme un cambio de 0 a 1 en las variables dicotómicas.

Cuando cambia de:	a :	El porcentaje de cambio en el porcentaje de cobertura es de:
etapa de crecimiento 1 (0)	etapa de crecimiento 2 (1)	↓ 34.2%
etapa de crecimiento 1 (0)	etapa de crecimiento 3 (1)	↓ 34.6%
etapa de crecimiento 1 (0)	etapa de crecimiento 4 (1)	↓ 40.5%
tamaño del AGEB \geq 5 hectáreas (0)	tamaño del AGEB \leq 5 hectáreas (1)	↓ 52.3%

El porcentaje de cobertura también disminuye en relación a la antigüedad de la etapa de crecimiento que se trate, siendo la etapa de crecimiento 1 la que presenta un mayor porcentaje de cobertura y el porcentaje de cambio sobre el porcentaje de cobertura aumenta progresivamente con en las etapas subsecuentes, siendo la etapa 4 la que presenta un mayor porcentaje de cambio sobre la variable dependiente, lo que significa

finalmente un menor porcentaje de cobertura para las etapas 2, 3 y 4 en relación a la de la etapa 1; no obstante, para las etapas 3 y 4, lo anterior se cumple de manera más adecuada para las partes oriente y poniente de la ciudad que para la parte sur (figura 38).

En relación a la adecuación del modelo, ésta resulta ser suficiente, con un log verosimilitud de -297.544³⁴; aunque los valores de los criterios de Akaike (615.088) y Schwarz (652.159) no son tan bajos como se esperaría (anexo II.4). Es pertinente mencionar que entre más alto sea el valor del log verosimilitud, y en este caso menos negativo o más cercano a cero, mejor será el ajuste del modelo. Entre más pequeños sean los criterios Akaike y Schwarz mejor será el ajuste del modelo (Anselin, 2005).

No obstante, el modelo aún presenta algunos problemas con la heteroscedasticidad, la cual es significativa ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba Breush-Pagan y con colinealidad en las variables, con un número de condición de multicolinealidad de 31.25 (anexo II.3), un poco por arriba del número “permitido” de 30 de acuerdo a Anselin (2005).

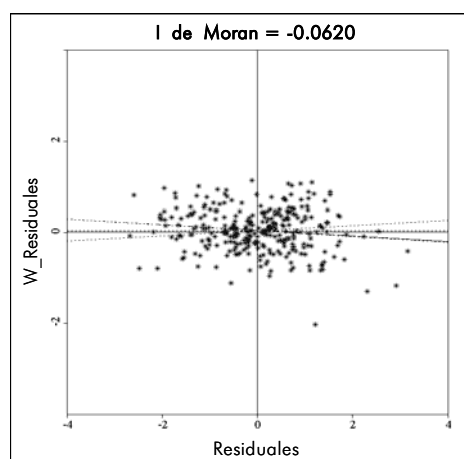


Figura 51. Gráfica de dispersión de Morán para los residuales del modelo de rezago espacial. La pendiente está ligeramente por adentro de las envolturas, indicando que la autocorrelación espacial en los residuales no es significativa.

Por otro lado, la autocorrelación local en los residuales del modelo es baja, y no es significativa, lo cual indica que la inclusión de la variable espacialmente rezagada de la

³⁴ En relación a los criterios de ajuste, entre más alto sea log verosimilitud, y en este caso menos negativo, mejor será el ajuste del modelo. Entre más pequeños sean los criterios Akaike y Schwarz mejor será el ajuste del modelo (Anselin, 2005).

cobertura elimina de manera satisfactoria el efecto de segundo orden dentro del modelo de regresión (figura 51).

Finalmente, tal vez la inclusión de otras variables que expliquen la variación en la cobertura (en hectáreas y porcentaje) como uso del suelo, tipología de vivienda, densidad urbanizada, preferencias por espacios arbolados, esfuerzos y orientaciones municipales de manejo, involucramiento de la población, etc. podría mejorar el log verosimilitud del modelo.

7.4 La composición del arbolado urbano meridano

Para conocer las especies que conforman el arbolado urbano de la ciudad de Mérida, Yucatán, se elaboró un listado con base en tres fuentes bibliográficas principalmente, Flores (1993), trabajo relacionado con el arbolado privado, Sosa y Flores (1993), abocado al arbolado tanto público como al privado y Orellana et al. (2001) ligado al arbolado público.

Como resultado del listado elaborado (anexo VI), se cuenta con un total de 139 especies reportadas de árboles y arbustos para la ciudad, las cuales pueden encontrarse con mayor o menor frecuencia dependiendo del tipo de área (parque, camellón, interior de la vivienda) y zona de la ciudad en la que se esté (p.e noroeste y/o sur de la ciudad). Cabe recordar que para los arbustos sólo se consideraron aquellos que pudieran alcanzar potencialmente una altura de tres metros o más y que se sostuvieran en pie por sí mismos.

De las 139 especies, 26 coinciden en los tres trabajos, 13 sólo se mencionan en Orellana et al. (2001), 44 únicamente en Sosa y Flores (1993) y 13 sólo en Flores (1993); 5 se mencionan en los listados de especies recomendadas y permitidas por el Ayuntamiento de Mérida y 2 fueron observadas directamente en la ciudad.

Es importante señalar que se pueden encontrar otras especies que no se registraron en el listado, ya que éste no pretende ser exhaustivo, siendo su finalidad caracterizar, de manera general, al arbolado urbano tanto público como privado de la ciudad.

7.4.1 Frecuencia de especies por familia

Las 139 especies reportadas están distribuidas en 43 familias (figura 52), de entre las cuales destaca con un mayor número de especies la familia Leguminosae, seguida de las familias Arecaceae y Moraceae. La alta presencia de estas familias, principalmente de las dos primeras, puede ser fácilmente constatada realizando un simple recorrido por las diferentes zonas de la ciudad. Al igual que en Mérida, en el rancho “El Zapotal”, municipio de Tizimín, Yucatán, y en un ejido en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, la familia mejor representada es la de las leguminosas de acuerdo a Tun y González-Iturbe (2004) y Díaz Gallegos et al. (2002) respectivamente. Para el Área Metropolitana de Monterrey, de acuerdo a Alanís et al. (2004), la familia con mayor número de especies es también la Leguminosae.

Es de notar también dentro del listado el número de sapotáceas y rutáceas (sapotes y cítricos respectivamente) en la ciudad; que aunque bajos, dado que se señalan seis y cinco especies en orden para cada familia, ambas son de valor alimenticio.

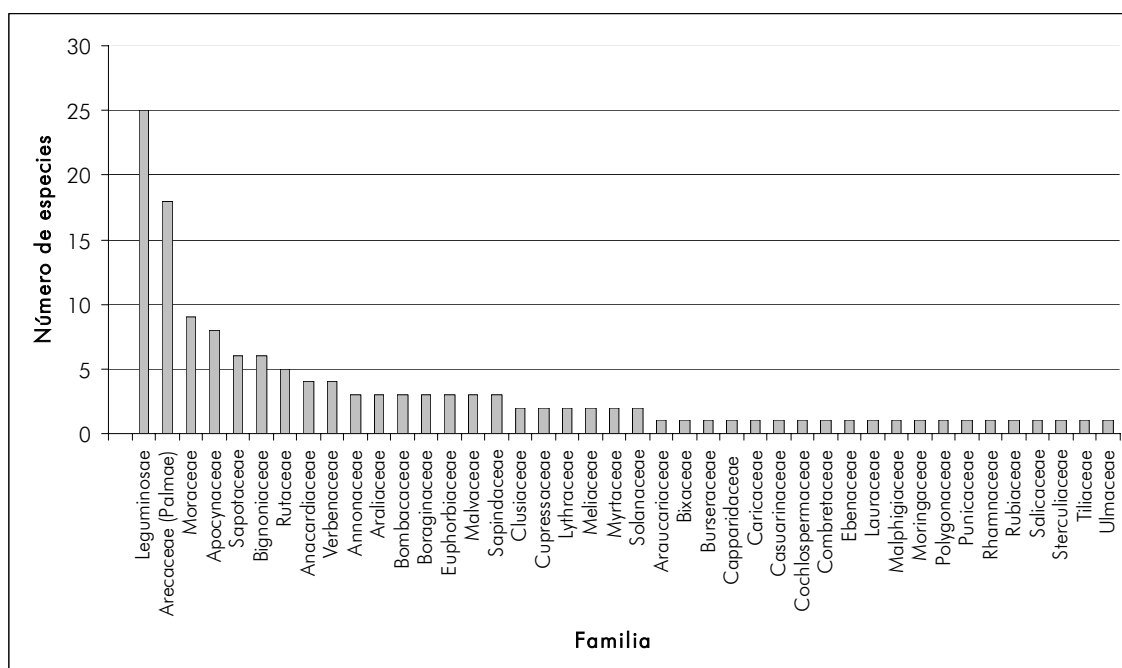


Figura 52. Número de especies por familia.

Por otro lado, hay que considerar que la composición del arbolado urbano presente en determinado lugar está vinculada a las preferencias humanas en el asentamiento, a la vegetación preexistente en el lugar y a las características propias de las especies que lo conforman, así como a las condiciones climáticas y ambientales imperantes en el lugar. Una especie puede estar adaptada a ciertas condiciones en un lugar y tolerar las de otro, o no; lo cual determina en gran medida ya no sólo la presencia de la especie, si no su densidad.

Considerando lo anterior para el caso del arbolado de Mérida, no todas las especies presentes en la ciudad son las adecuadas, y/o su plantado no ha sido el óptimo (principalmente en cuanto al arbolado público), dado que una parte de éstas se encuentra en lugares no propicios, levantando banquetas o interfiriendo con el cableado de luz, o la especie plantada no está completamente adaptada a las condiciones del ambiente urbano meridano, lo cual repercute en la salud de los árboles y sus servicios.

7.4.2 Las especies de Mérida en relación a las de otras ciudades

Es difícil establecer comparaciones en cuanto a la riqueza de especies de arbolado en Mérida con la de otras ciudades, como bien lo resaltan López-Moreno y Díaz-Betancourt (1991), por varias razones: los tamaños de las áreas urbanas bajo estudio varían, al igual que las áreas y formas de muestreo (muestreos o inventarios), y en una gran parte de los casos el conocimiento de la composición arbórea se centra principalmente en la que se encuentra en áreas públicas como parques, calles, avenidas, camellones, glorietas, etc. y pocos trabajos se centran en el arbolado privado, los menos son los que se abocan a ambos, lo cual resulta comprensible debido a la mayor facilidad de acceder al arbolado público que al privado. Al respecto hay que considerar que el arbolado público es sólo una parte del total de una ciudad, y sin demeritar por supuesto la alta importancia de éste, dado que en áreas altamente urbanizadas es tal vez el único arbolado con que se puede contar, es fundamental complementar su estudio con su contraparte privada y viceversa.

No obstante, si consideramos el número de especies registradas, tendríamos que la cantidad de especies para Mérida es menor a la que se encontró para el área metropolitana de Monterrey de acuerdo a Alanís et al. (2004) (176 especies de árboles y arbustos), sin embargo hay que considerar que el estudio de Mérida toma en cuenta sólo a la ciudad como tal, cuyo territorio es de 17,280 hectáreas y para el estudio de Monterrey se emplea el Área Metropolitana de Monterrey conformada por nueve municipios y cuya área puramente urbana abarca 57,282 hectáreas.

También, si se compara la composición de Mérida con la de la ciudad de Campeche, Campeche, basados en el estudio de Niembro-Rocas (1992), encontramos que el número de especies para Mérida sigue siendo bajo, dado que el autor registró en su sitio de estudio 160 especies de árboles y arbustos, no obstante, este autor no menciona el área que comprende la ciudad de Campeche.

Por otro lado, el número de especies reportadas en el listado para Mérida es mayor al que reportan López-Moreno y Díaz-Betancourt (1991) dado que ellos señalan 51 especies para la ciudad de México, pero, no hay que dejar de lado que este número sólo se refiere al arbolado público de la ciudad.

Tal vez en estudios futuros y mediante trabajo de campo para fines comparativos, lo más conveniente sea reportar el número promedio de especies encontrado por unidad de área.

7.4.3 Usos reportados para las especies

En relación al uso de las especies sólo se indican ocho de ellos en el presente trabajo (figura 53), los cuales se cree son los más probables a darle a los árboles en un ambiente urbano como lo es Mérida; no obstante es importante señalar que pueden tener otros usos que no se registraron en el listado. Para 36 especies se encontró sólo un uso reportado, 47 tienen al menos dos usos y 56 cuentan con tres o más de los usos considerados.

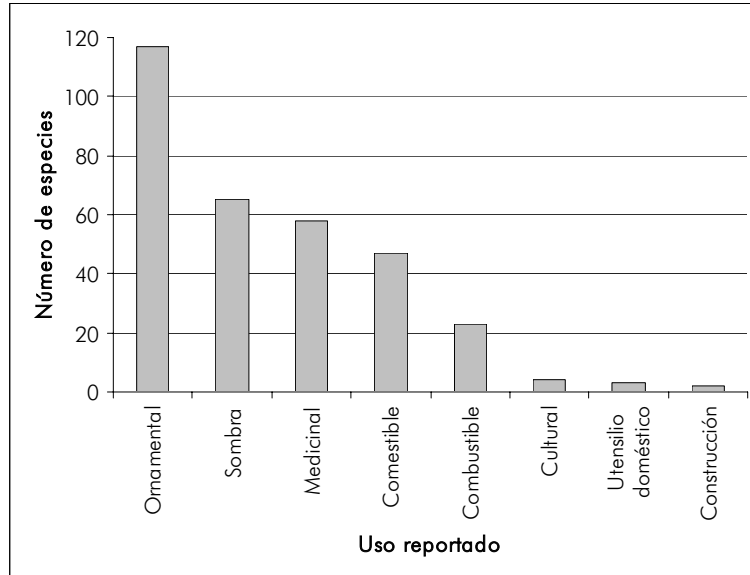


Figura 53. Usos reportados para las especies de árboles y arbustos de la ciudad de Mérida.

Los usos reportados (y potenciales) más frecuentes para las especies de Mérida son el ornamental seguido del uso para proporcionar sombra. Los usos menos frecuentes son el cultural, como utensilio doméstico y para construcción. Al respecto de los usos más frecuentes, Flores (1993) señala, por un lado, que actualmente “la gente se preocupa más por tener árboles ornamentales o de sombra que les refresquen sus patios” que para otros fines, y por otro, Sosa y Flores (1993) apuntan que el hecho de que en Mérida se encuentra un alto número de especies ornamentales se debe a que “el cultivo de plantas de ornato es una costumbre o gusto heredado por los mayas”.

Uso ornamental.- En Mérida la composición del arbolado tanto público como privado cuenta con una amplia gama de colores en sus flores y aunque varía, siempre hay verde en la Ciudad, lo cual además de embellecerla en general, y a las colonias y viviendas en particular, es de beneficio estético y psicológico para los meridianos, inmigrantes y visitantes que gusten de los espacios verdes.

Uso para proporcionar sombra.- A pesar de que el número de especies con un uso reportado de sombra es más bajo en relación al ornamental, este es tal vez un uso generalizado para todas las especies del listado aunque no se caiga en cuenta de ello de manera cotidiana. No es lo mismo caminar bajo el sol por una calle sin árboles que bajo

la sombra de éstos. Es importante señalar que la sombra proporcionada por árboles y arbustos depende en buena medida de la persistencia de su follaje, dado que un árbol desprovisto de éste proporcionará muy poca sombra, por lo que si lo que se busca es contar con árboles que provean este beneficio en Mérida, es mejor contar con aquellos cuyo follaje es perenne, o en dado caso, considerar muy cuidadosamente su temporada de defoliación, así como la sombra que proporcionen las copas en relación a las horas de insolación y trayectoria del sol como lo recomiendan Orellana et al. (2001).

La sombra es uno de los beneficios más importantes que puede proporcionar el arbolado urbano en Mérida, en donde un clima cálido con temperaturas altas y alta humedad, muchas veces hace necesario el uso del aire acondicionado para estar en condiciones confortables. No obstante, una buena parte de la población probablemente no esté en posibilidad, primero, de adquirir el aparato de aire acondicionado y segundo, de pagar el costo de la energía consumida por el aparato en cuestión, por lo que mantener la vivienda a la sombra de los árboles y arbustos es una buena opción y más barata.

Los grandes centros comerciales por ejemplo, tienden a tener en sus estacionamientos árboles para proporcionar sombra a los automóviles de sus clientes, aunque cuentan generalmente con muy pocas especies. Una de las especies introducidas preferidas es *Ficus benjamina* L.; así como varias especies de palmeras, aún y cuando es poca la sombra que éstas proporcionan. En algunos estacionamientos públicos en la zona centro de la ciudad es posible apreciar la presencia de árboles con tal finalidad; los cuales muchas veces son la reminiscencia de los jardines o solares de las antiguas casas abandonadas que se convirtieron en estacionamientos.

Uso medicinal.- Una buena parte de las especies tienen reportado por lo menos un uso medicinal; de una sola especie pueden ser empleadas varias de sus partes para diferentes enfermedades y dolencias o sólo una parte de la planta para enfermedades muy específicas. Respecto del uso medicinal de las plantas en Mérida, Flores (1993) menciona que “en las ciudades el uso de las plantas con fines medicinales ya casi no se acostumbra”; esto tal vez debido a que en el ambiente urbano meridano se tiene un

mayor acceso a los servicios médicos y productos farmacéuticos. Sin embargo, el empleo de la vegetación urbana con fines medicinales persiste aún, al menos para aliviar dolencias y enfermedades menores.

Uso comestible.- En cuanto al uso comestible o alimenticio del arbolado urbano meridano, principalmente el que se encuentra al interior de las viviendas, tal vez no represente la importancia y/o relevancia que antaño tuvieron, dado que es posible ver desde la calle al interior de los terrenos o de las viviendas árboles y arbustos con frutos, los cuales no son aprovechados, si bien esto no es un caso generalizado, ya que también es posible apreciar en la ciudad la venta o el “regalo” de frutos de temporada como las guayas, los caimitos y las ciruelas entre otros más.

Por otro lado, se observa que existe una relación entre la intensidad de aprovechamiento y la zona de la ciudad de la que se esté hablando, así como del frutal del que se trate, dado que es muy probable que los frutos de los árboles que se encuentran en áreas públicas, como parques y avenidas, no sean consumidos, o que lo sean en mucha menor medida que los que los que se encuentran en los espacios privados.

Lo previamente expuesto es coincidente con Flores (1993), quien señala que muchas especies empleadas en la ciudad como ornamental o sombra tienen finalidades comestibles y/o medicinales en lo medios rurales; entre tales casos menciona al coco, el ciricote y el tamarindo, de los cuales señala que de éste último no son colectados sus frutos, a diferencia de los papayos, chicozapotes, mameyes, ciruelos, cítricos, grosellas, granados, aguacates y guayabos que según él sí lo son.

El uso actual de los árboles con finalidades alimenticias en Mérida sería un tema interesante a desarrollar bajo la temática de la fruticultura urbana, dado que 47 especies con un uso alimenticio en un ambiente urbano puede considerarse un número alto; además que, por ejemplo, todas las especies de tres familias en el listado, Sapotaceae, Annonaceae y Rutaceae (con excepción de una para esta familia), producen frutos comestibles.

Uso como combustible.- Varias especies pueden ser empleadas como combustible, ya sea en forma de leña, o se pueden usar las hojas secas. De algunas leguminosas se pueden emplear las vainas, y las cáscaras de coco pueden utilizarse como combustible también.

No obstante el uso actual muy difundido de las estufas de gas, no siempre es costeable la compra de éste último por parte de familias de escasos recursos, lo que hace de los árboles urbanos una fuente potencial, inmediata y barata de combustible. El uso del arbolado urbano como combustible en Mérida no se ha contabilizado, (o al menos no se tiene conocimiento de algún trabajo donde se presenten cifras al respecto), sin embargo, considerando las cifras del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, se encuentra que en el 7.16% de las viviendas particulares habitadas no se emplea gas para cocinar, lo cual puede darnos un referente del uso de la vegetación urbana como combustible.

Uso cultural.- Se encontraron muy pocas especies que tienen una finalidad cultural en Mérida, tales son:

- *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (ceiba), considerada por la cultura maya como un árbol sagrado.
- *Lonchocarpus longistylus* Pittier (balché), la cual desde tiempos prehispánicos es de gran valor cultural dado que con la corteza del árbol los mayas preparan una bebida con el nombre de balché, utilizada en ceremonias como el Ch'a' chaak o rogaciones por la lluvia (Orellana et al., 2001).
- *Plumeria rubra* L. y *P. obtusa* L. (flor de mayo), específicamente en la ciudad de Mérida, y en palabras de Chan et al. (2002) "sus flores son usadas por las niñas para llevarlas a la iglesia y saludar a la Virgen María". De acuerdo a estos autores también se emplea en rituales de la primavera en varios lugares de Mesoamérica.

Uso como utensilio doméstico.- Este uso se refiere a que alguna parte de la planta es adecuada de alguna manera para ser empleada como un instrumento doméstico. Las tres especies con este uso reportado son las siguientes:

- *Thrinax radiata* Lod. ex J. A. et J. H. Shultes (palma chit).- esta palmera es empleada en la elaboración de escobas y juguetes, y los pescadores utilizan sus tallos en la elaboración de trampas para langosta (Orellana et al., 2001).
- *Cordia dodecandra* A. DC. (ciricote).- sus hojas se utilizan tradicionalmente para lavar trastes en el interior del estado de Yucatán (Orellana et al., 2001).
- *Crescentia cujete* L. (Luuch, jícaro).- El fruto se emplea para hacer vasijas (ya sea para beber o para otros usos), cucharas y para la fabricación de mediadas de peso (balanzas) (Arellano et al., 2003; Chan et al., 2002).

Uso para la construcción.- Se encontraron varias especies que se emplean en la construcción de viviendas en las áreas rurales, sin embargo, en este trabajo sólo se señala este uso para dos especies de palmas, *Sabal mexicana* Martius y *Sabal yapa* Wright ex Beccari. Ambas especies se emplean en el medio rural para el techado de las viviendas típicas mayas. En el interior de la ciudad es posible encontrar viviendas habitadas de este tipo con techado de palma en ciertas zonas de la misma.

7.4.4 Origen de las especies

De acuerdo al listado elaborado, el porcentaje de especies introducidas (54.7%) en la ciudad es más alto que el de especies nativas a la Península de Yucatán (45.3%). Esta tendencia es similar a la general señalada en las diversas fuentes consultadas (Alanís et al., 2004; Dwyer et al., 2000; Nowak, 1994; Flores, 1993; López-Moreno y Díaz-Betancourt, 1991), las cuales enfatizan que en los ambientes urbanos, mexicanos y extranjeros, existe un mayor número de especies introducidas que nativas, reflejando la preferencia por tales especies.

Alanís et al. (2004) señalan que hay mayor presencia de especies introducidas que nativas en los ambientes urbanos debido a:

- a) un fundamento cultural histórico; dado que se cree que lo introducido o exótico tiene más valor que lo autóctono
- b) a la escasez y baja disponibilidad de plantas nativas en los viveros locales y

c) a la falta de difusión acerca de los beneficios de las plantas nativas.

De igual manera, López-Moreno y Díaz-Betancourt (1991) comentan que para entender la composición del arbolado de las ciudades es necesario recurrir al estudio de factores culturales; o lo que ellos llaman modas, así como a la educación de los habitantes al respecto y a sucesos de tipo histórico; cómo campañas de reforestación por ejemplo.

Al respecto, actualmente en la ciudad de Mérida, el Ayuntamiento promueve la plantación de especies nativas a la región, lo cual se especifica en el Reglamento de Protección al Ambiente y del Equilibrio Ecológico del Municipio de Mérida (2005), en donde se proporciona una lista de las especies recomendadas y permitidas para su plantación en las avenidas y calles de la ciudad. Sin embargo, aún es posible constatar la dominancia de especies introducidas, principalmente de uso ornamental, como *Delonix regia* Bojer ex Hook. Raf. y *Cassia fistula* L., en varias zonas de la ciudad.

La mayor o menor correspondencia de especies nativas o introducidas en la ciudad, así como la persistencia de sus usos, probablemente varíe a través del territorio meridano en relación a las características y preferencias de la población predominante en cada zona, dado que como señala Niembro-Rocas (1992) para el caso de Campeche, Campeche, en los huertos ubicados en las colonias populares existe la tendencia de cultivar especies de uso tradicional, principalmente nativas, a diferencia de las zonas residenciales y de reciente construcción, en donde se tiene preferencia por el cultivo de plantas exóticas.

Cabe mencionar que en ocasiones fue difícil establecer si la especie era introducida o no a la Península de Yucatán, dado que la información varía en relación a la fuente consultada, por lo que si se consultan otros autores, la relación entre especies nativas e introducidas en la ciudad puede variar.

Finalmente, a decir de Sosa y Flores (1993), "el alto número de especies ornamentales introducidas, pone de manifiesto un amplio intercambio florístico entre Mérida y otras partes del Mundo, ya que el hecho de que la Península de Yucatán y la ciudad de Mérida

se encontraran en la ruta que siguieron los europeos en la conquista del continente americano, les convirtió en lugares de entrada y salida de material botánico”.

7.4.5 Tipo de follaje de las especies

En relación a la persistencia del follaje de las especies del arbolado en Mérida, se tiene que la mayor parte de éstas son perennifolias (52.5%) y un número menor caducifolias (25.9%); un número más bajo que éste último resultó corresponder a especies que pueden ser de follaje caduco o perenne (18.7%) dependiendo principalmente de la severidad de la temporada seca que enfrenten y/o de la disposición de agua, incluyendo el riego, que tengan (figura 54). Para cuatro especies (2.9%) no se encontró este dato.

Un aspecto relacionado al follaje tiene que ver con la temporada de la caída de hojas en los árboles caducifolios; lo cual en general para las especies reportadas para Mérida se da en la temporada seca (la cual es de marzo a junio de acuerdo a Batllori-Sampedro et al., 2006), cuando las temperaturas son más altas y se hace más necesaria la disposición de sombra.

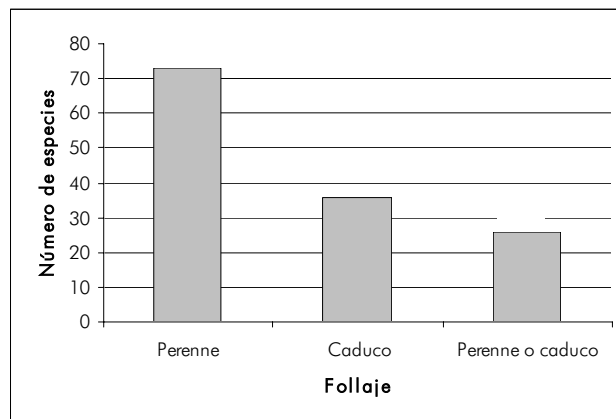


Figura 54. Número de especies de acuerdo a su tipo de follaje.

En la ciudad, el riego del arbolado público está a cargo del Ayuntamiento de Mérida mediante camiones para la irrigación de áreas verdes públicas como camellones, avenidas y glorietas; así como también mediante en empleo de aspersores; como en el

caso de la calle 60 norte (o Avenida Tecnológico)³⁵. El riego del arbolado privado depende de la posibilidad, tiempo y disposición de sus propietarios de destinar agua para tal fin.

Aún y cuando un número mayor de especies reportadas para Mérida son perennifolias, habría que considerar su densidad y frecuencia en relación a las caducifolias, ya que esto determina el monto de área foliar vinculada a muchos de los beneficios que proporcionan los árboles, como lo señalan McPherson et al. (1997).

Respecto al punto anterior, Yang et al. (2005) apuntan que usualmente los árboles perennifolios cuentan con una mayor eficiencia en la remoción de contaminantes del aire debido al largo periodo de retención de su follaje; por lo que el conocimiento más puntual de la relación en densidad entre caducifolias y perennifolias es un aspecto importante a conocer para la inferencia sobre los servicios que proporciona el arbolado meridano referente a la calidad del aire en la ciudad.

Muchos árboles en la ciudad de Mérida tiran su follaje, y no sólo éste, sino también flores y frutos, lo cual en ciertos casos es desagradable, ya que se traduce en la generación de "basura orgánica", requiriendo tiempo, esfuerzo y dinero para la recolección de ésta; principalmente la del arbolado público. Un inconveniente más es que estos desechos orgánicos tapan las alcantarillas que hay en la ciudad, necesitando un desasolve con más periodicidad. La recolección de desechos orgánicos en parques y avenidas principales se da con una frecuencia mucho mayor que en las calles mucho menos transitadas.

Tanto el riego, como la poda y recolecta de los desechos orgánicos derivados del arbolado urbano público son competencia del Ayuntamiento, que es el encargado de los árboles públicos del municipio de Mérida debido a que; cómo se especifica en el artículo 98 del capítulo II de la protección a los árboles, del título cuarto: protección del patrimonio natural del Reglamento de Protección al Ambiente y del Equilibrio Ecológico del Municipio de Mérida: todos los árboles que se encuentren ubicados en las vías o áreas

³⁵ Los aspersores funcionan por las mañanas, algunas veces sin mucho éxito dado que el agua en vez de dirigirse hacia el área verde, forma charcos en la calle pavimentada.

públicas, como parques, jardines, banquetas, camellones y calles son propiedad del Ayuntamiento.

7.4.6 La composición del arbolado meridano y los antiguos solares mayas

Los solares o huertos familiares son sistemas de producción agrícola tradicional manejados por la unidad familiar campesina, que poseen una riqueza florística y faunística tanto silvestre como domesticada. Sus elementos constituyentes son la familia, el hogar, la cocina, la troje, el semillero, el chiquero, el gallinero, el pozo, la batea y la letrina; además de los componentes vegetales y animales ya mencionados (Ruenes et al., 1999). Este sistema de producción ha acompañado durante milenios a las familias campesinas de la Península de Yucatán (Guerra, 2005; Ruenes et al., 1999), siendo aún una práctica muy común en los ambientes rurales del Estado.

En la ciudad de Mérida existen, de acuerdo al Ayuntamiento de Mérida (2005) y a Flores (1993), este tipo de sistemas al interior de la ciudad, principalmente en la zona sur, los cuales fueron absorbidos por la mancha urbana, y es probable también, que otros hallan sido establecidos por los inmigrantes provenientes de otros puntos de la Península, principalmente de lugares rurales, dado que a decir de Niembro-Rocas (1992), los solares representan una importante fuente de recursos complementarios a la economía de las familias de escasos recursos.

No obstante, Flores (1993) expresa también que los huertos familiares en Mérida están desapareciendo, particularmente en la zona norte de la ciudad en donde éstos han sido sustituidos por jardines ornamentales.

Probablemente los solares o huertos que aún persisten en la ciudad, no funcionen en su totalidad como tal, manifestándose su presencia principalmente en relación al aspecto vegetal de los mismos; lo cual influye y se refleja de manera importante en los usos y origen de las especies del arbolado urbano mencionados en los apartados anteriores. La influencia cercana de esta herencia cultural maya se percibe así en la composición (y también en la cobertura) del arbolado urbano de la ciudad, principalmente en el arbolado

privado, dado que muchas especies nativas a la Península y también algunas otras introducidas desde inicios de la colonización de América, principalmente aquellas provenientes de Centro y Sudamérica y las Antillas, de acuerdo a Niembro-Rocas (1992), “están vinculadas al desarrollo socioeconómico y cultural de los antiguos mayas que habitaron la Península de Yucatán”, lo cual se manifiesta por el alto número de especies multipropósito registradas en el listado de composición de arbolado urbano de Mérida.

7.5 Consideraciones finales

Mediante ambos análisis empleados en el trabajo, el cartográfico y el estadístico espacial, se encontraron relaciones esclarecedoras entre el patrón de distribución de la cobertura de arbolado urbano con las características socioeconómicas y culturales de la población meridana, y con ciertos atributos de la estructura urbana de la ciudad, los cuales están ligados a su vez a una clara segregación socioeconómica y residencial de la ciudad que se dio a partir de la década de 1970 principalmente, periodo en que la ciudad empezó a crecer rápidamente en todas direcciones y empezaron a densificarse las zonas norponiente y poniente.

El modelo propuesto, en el caso del análisis estadístico espacial, al igual que los mapas temáticos elaborados mediante el SIG, resultaron ser suficientes para mostrar las asociaciones entre la cobertura de arbolado urbano y los demás aspectos considerados. Cabe mencionar además, que la elaboración de mapas es un aspecto fundamental en la fase de exploración del análisis de datos espaciales.

Mediante ambos análisis, se encontró también, que una gran parte de las variables presentaron autocorrelación espacial global; esto es, una variación en la media de la ciudad a través del territorio, lo cual para el caso de la población clasificada en relación a sus ingresos se traduce en una “partición” de la ciudad en un norte de altos ingresos, aunados a viviendas residenciales y mejores equipamiento y servicios urbanos; y en contraste, un sur de bajos ingresos con viviendas de tipo popular y deficiencias en cuanto a servicios y equipamiento en general. Es decir, la variación en la media de este atributo

resulta en una segregación basada en los ingresos de la población, la cual se encuentra aunada a una segregación tanto socioeconómica como residencial del espacio meridano.

Tocante al caso de la cobertura aunada a la población que percibe más de cinco smm, los resultados obtenidos por ambos métodos presentan resultados contrastantes, dado que de acuerdo a los mapas elaborados, la mayor parte de las AGEBs con un alto porcentaje de población con ingresos mayores de cinco smm están asociadas a una cobertura baja, y de acuerdo a los resultados del análisis estadístico, la cobertura aumenta conforme aumenta el porcentaje de esta población. Sin embargo, es importante señalar que el porcentaje de aumento sobre el porcentaje de cobertura para esta variable es bajo y no significativo, al menos con el modelo empleado y las limitantes que éste presenta debido a la heteroscedasticidad como se señaló en el apartado relacionado al modelo de regresión. No obstante, la relación entre la cobertura y el porcentaje de la población con más de cinco smm no es tan alta como lo es con la población de menores recursos.

De todos los atributos considerados para la población y la estructura urbana de Mérida, al parecer la cobertura no sólo se asocia, sino que se ve afectada por el tipo de vivienda predominante en cada zona, lo cual está marcado primordialmente por la densidad de viviendas construidas y el coeficiente de ocupación del terreno, definidos a su vez por el hecho de *quién* se encuentra a cargo de la construcción de la vivienda (el propietario o una constructora), así como por las posibilidades y necesidades de ocupación de la vivienda de la población que las habita.

Por otro lado, la alta horizontalidad de la ciudad (debida a que en la misma las viviendas son generalmente de una y dos plantas) favorece el crecimiento de las copas de los árboles por arriba de los techos de las edificaciones y por lo tanto la formación de agrupaciones de cobertura con las copas de árboles vecinos. Sin embargo, esto se cumple con mayor frecuencia en los casos en los que el mismo propietario del terreno está a cargo de la construcción de su vivienda, siendo muy diferente para el caso de las viviendas de fraccionamiento.

En Mérida, son las viviendas de autoconstrucción las que cuentan con una mayor probabilidad de presentar una mayor arborización, principalmente privada, y de manera contraria, es en los fraccionamientos, cuya edificación está a cargo de una constructora siguiendo una serie de lineamientos arquitectónicos, de diseño y ambientales, en donde no se cuenta con la cantidad de áreas arboladas suficientes y necesarias para que cumplan funciones ambientales significativas tan necesarias en estos fraccionamientos, como la regulación microclimática, o por lo menos el suministro de sombra, que conlleven al menor uso del aire acondicionado, o en el menor de los casos de abanicos y ventiladores durante los meses más cálidos.

Aunque en el trabajo no se hace una distinción clara entre la cobertura del arbolado público y del privado, este último representa una parte muy importante de arbolado meridano en general, por lo cual es importante orientar los esfuerzos y atención de las áreas administrativas pertinentes hacia el conocimiento y manejo de las áreas arboladas privadas en la ciudad (en conjunto con las públicas), y considerar además las características de la población que reside en esas áreas, así como sus preferencias en cuanto a contar con árboles o no.

Aunado a lo anterior, si bien las funciones del Ayuntamiento se orientan principalmente al manejo y cuidado del arbolado público, éste podría influir de manera importante en la población mediante campañas de difusión, por ejemplo, de la importancia de los árboles en las ciudades y de todos los productos y servicios que éstos pueden proveer a los meridianos. La finalidad de tales campañas sería la de promover e incentivar un mayor aprovechamiento y cuidado del arbolado privado que aún se tiene en la ciudad, así como promover una mayor arborización de la ciudad mediante el plantado de especies multipropósito y que sean nativas de la región principalmente.

Es importante considerar también, cuáles son los usos y servicios que se quiere obtener del arbolado en las diferentes áreas de la ciudad, por lo que los esfuerzos de arborización y/o mantenimiento del mismo deben estar orientados hacia tal fin, sin dejar de lado por supuesto el importante aspecto de la salud del arbolado.

Por otro lado, si bien el Ayuntamiento se encarga del cuidado y manejo del arbolado urbano meridano y dada la importancia de éste como proveedor de servicios ambientales, es necesario que se incentive aún más la formación de personal especializado capaz de incidir en un mejor manejo del arbolado urbano con la finalidad de aprovechar al máximo el potencial con que éste cuenta para proveer los servicios ambientales de calidad, tan necesarios en este importante centro urbano, además de minimizar los insumos e inconvenientes del plantado y manejo del arbolado.

Las zonas prioritarias en cuanto a incrementar su arborización son las zonas norponiente y poniente de la ciudad, así como las zonas de fraccionamientos futuros. Contrario a lo que se esperaría, son las zonas habitacionales planeadas, que siguen diseños arquitectónicos definidos, las que carecen en mayor grado de áreas arboladas suficientes, tanto públicas como privadas, necesarias para la existencia de un ambiente saludable y confortable en el cual vivir.

Aún y cuando existen normas y reglamentos al respecto de la arborización en los fraccionamientos, éstas son ambiguas y permiten la generación de espacios escasamente arbolados, como se evidencia en los resultados ya presentados, por lo que es necesario que en estos reglamentos se refleje de manera sustancial el compromiso y el deber, tanto de las autoridades pertinentes, como de las constructoras encargadas de la edificación de tales espacios, de proveer a la población que adquiere estas viviendas con una ambiente saludable, agradable y confortable relacionado al importante aspecto de las áreas arboladas tanto públicas como privadas.

Finalmente, sólo queda resaltar la importancia del arbolado urbano meridano como proveedor de productos y de servicios para la población en general de la ciudad, siendo la sombra una de las más primordiales dadas las condiciones climáticas de la ciudad, la cual, junto con el enfriamiento por la transpiración de los árboles, puede ayudar a enfriar el ambiente local evitando el calentamiento solar de algunas superficies artificiales, y estos efectos conjuntos a vez, pueden reducir la temperatura del aire hasta 5 °C según Akbari et al. (1992) citado por Nowak et al. (1997). Este servicio es de particular valor para aquellos

de menores recursos, quienes no pueden pagar por un aire acondicionado ni mucho menos el costo del gasto de energía que éstos generan, por lo que mantener su vivienda a la sombra de los árboles es una opción adecuada y más barata.

Un beneficio más que ofrecen los árboles meridanos es la obtención de frutales y semillas de valor alimenticio y combustible para cocinar, funciones que son por supuesto más importantes para el sector de menores recursos, quienes en muchas ocasiones cuentan con especies multipropósito al interior de sus predios ya que éstas representan una importante fuente de recursos complementarios a su economía familiar.

En cuanto a los demás servicios que cumple el arbolado urbano, como la función de captación de dióxido de carbono y otros contaminantes, prevención de inundaciones y pantallas protectoras contra vientos, serían necesarios estudios más rigurosos al respecto para conocer el grado en que la configuración y composición particular del arbolado meridano llevan a cabo tales funciones al interior de la ciudad.

VIII. CONCLUSIONES

Con el empleo de técnicas de la percepción remota, utilizando una imagen de resolución espacial relativamente baja (píxeles de 30m), fue posible obtener un panorama general de la distribución de la cobertura de arbolado urbano de la ciudad de Mérida.

Ambos análisis, el estadístico espacial y el cartográfico, resultaron ser adecuados y suficientes para mostrar la relación que guarda la distribución de la cobertura de arbolado urbano con las características socioeconómicas y culturales de la población, así como con los atributos propios de la estructura urbana de la ciudad.

La cobertura de arbolado urbano en la ciudad de Mérida se asocia de manera positiva a la población de menores ingresos y a la población hablante de lengua maya, al tipo de vivienda popular, tanto consolidada como no consolidada, de densidades de vivienda media y baja respectivamente, y a la zona más antigua de la ciudad.

Una alta cobertura se asocia con bajas densidades de viviendas habitadas y de población, sin embargo, una baja densidad en estos atributos, no necesariamente implica una cobertura alta.

La cobertura del arbolado urbano meridano se asocia de manera negativa a la población inmigrante, a la zona de nivel socioeconómico medio, a las etapas de más reciente establecimiento de la ciudad, y está claramente asociada a la alta densidad de viviendas construidas, correspondiendo este último aspecto a las viviendas de tipo medio y de interés social principalmente.

Aunque la finalidad de este trabajo no es establecer relaciones de causa-efecto de la menor o mayor arborización en la ciudad, es posible señalar que la tipología de vivienda no sólo se asocia, sino que afecta el monto y distribución de la cobertura de arbolado urbano, principalmente debido a su componente de densidad construida.

A diferencia de lo encontrado en la mayoría de otros trabajos relacionados al tema, en la ciudad de Mérida, Yucatán, cómo se señaló líneas arriba, es la población de menos recursos y de nivel socioeconómico bajo la que cuenta con un mayor grado de cobertura de arbolado urbano, siendo la población que se asienta en la zona de nivel socioeconómico medio la que carece mayormente de ésta.

La cobertura de arbolado en la ciudad resulta ser suficiente en relación a la población meridana, dado que la cifra promedio encontrada de cobertura de arbolado urbano por habitante está muy por arriba del mínimo recomendado de áreas verdes por habitante para los ambientes urbanos por la Organización Mundial de la Salud. No obstante, la distribución de este indicador no se presenta de manera homogénea en la ciudad.

Las principales funciones actuales y potenciales del arbolado urbano meridano son la ornamental, el suministro de sombra y la producción de frutos y semillas con valor alimenticio.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Gil De Biedma Esperanza. 2005. *Preámbulo; LEY 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid*. B.O.C.M. 312: 6-9.
Disponible en: http://www.citac.org/normas/pdf/LEY_8_2005_PFArbUrbCM.pdf
Fecha de consulta: 2 de Marzo de 2006.
- Alanís, Flores Glafiro J. 2005. El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. *Ciencia UANL*. 7 (1): 20-32.
- Alanís, Flores Glafiro, Rahim Foroughbakhch Pournavab, Marco Antonio Alvarado Vásquez y Alejandra Rocha Estrada. 2004. El arbolado urbano en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), Nuevo León, México. *Arbórea*. 11: 14-22.
- Aldama, Alejandro, Alicia Chacalo, Jaime Grabinsky y Héctor Javier Vázquez. 2002. Amenazas al arbolado y a las áreas verdes urbanas. Caso de estudio: Ciudad de México. *Arbórea* 7: 4-10, 21.
- Anaya, Corona Margarita. 2002. Reseña del primer foro "Los parques urbanos de la zona metropolitana de Guadalajara, pasado, presente y futuro". *Arbórea* 7: 30-34.
- Anselin, Luc. 2005. *Exploring spatial data with GeoDa™: a workbook*. Center for Spatially Integrated Social Science. 226 p.
- Arellano, Rodríguez J. Alberto, José salvador Flores Guido, Juan Tun Garrido y María Mercedes Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de as especies vegetales de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*, fascículo 20. UADY. Mérida, México. 815 p.
- Arita, Héctor T. 1997. Species composition and morphological structure of the bat fauna of Yucatán, Mexico. *Journal of Animal Ecology* 66(1): 83-97.
- Ayuntamiento de Mérida. 2003. *Programa de desarrollo urbano de la ciudad de Mérida 2003*.
Disponible en: http://www.merida.gob.mx/Ayunta2004/principal_desurbano.htm
Fecha de consulta: junio de 2006.
- Ayuntamiento de Mérida. 2005. *Manual de manejo de áreas verdes urbanas de la ciudad de Mérida*. Departamento de Ordenamiento Ecológico. Documento preliminar.

- Batllori, Eduardo. 2001. *Geografía y recursos naturales*. Colegio de Profesionales en Economía, Gobierno del Estado, Plan Estatal de Desarrollo. Mérida, Yucatán. Documento en formato electrónico proporcionado por el autor.
- Batllori-Sampedro, Eduardo, Julio Iván González-Piedra, Julio Díaz-Sosa y José Luis Febles-Patrón. 2006. Caracterización hidrológica de la región costera noroccidental del estado de Yucatán, México. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 59: 74-92.
- Bailey, Trevor C. y Anthony C. Gatrell. 1995. *Interactive spatial data analysis*. Longman Scientific & Technical. Malasia. 413 p.
- Bolio, Osés Jorge. 2000. La expansión urbana de Mérida. *Cuadernos Arquitectura de Yucatán* 13, Facultad de Arquitectura, UADY. Pp. 1-11.
- _____. 2006. *Globalización y transformaciones urbanas en Mérida (1990-2004)*. Tesis de Maestría. Facultad de Arquitectura. UADY. Mérida, Yucatán. 120 p.
- Brockerhoff, Martin P. 2000. An urbanizing world. *Population bulletin* 55 (3): 1-44.
- Cabrera, Carranza Carlos, Manuel Maldonado D., Walter Arévalo G., Renán Pacheco A., Alfredo Giraldo V. y Sebastian Loayza. 2002. Relaciones entre calidad ambiental y calidad de vida en lima metropolitana. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica* 5(9): 47-53.
- Canto, Cetina Raúl Ernesto y María Milagrosa Pérez Sánchez. 2003. Comportamiento térmico en la ciudad de Mérida. En Tello, Peón Lucía y Alfredo Alonzo Aguilar (coordinadores). *Evolución y estrategia del desarrollo urbano en la Península de Yucatán*. FAUADY. México. Pp. 173-194.
- Castells, Manuel. 1997. *La cuestión urbana*. 14ª edición. Siglo XXI. México. 517 p.
- Chacalo, Alicia y Silvie Turpin. 1997. Beneficios de los árboles en la ciudad. En Chacalo, Hilu Alicia. *Manejo del arbolado urbano*. UNAM. México. Pp. 25-33.
- Chan, Vermont Cástulo, Víctor Rico-Gray y José Salvador Flores. 2002. Guía ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*, edición especial, fascículo 19. UADY. Mérida, México. 133 p.
- Clark, James R., Nelda P. Matheny, Genni Cross y Victoria Wake. 1997. A model of urban forest sustainability. *Journal of arboriculture* 23(1): 17-30.

Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. 2006. Publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha de 26 de diciembre de 2005.

Disponible en: http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/salarios_minimos/

Fecha de consulta: 11 de agosto de 2006.

Cota, Castillejos Edith. 2007. El proceso de urbanización de Mérida. En García, Gómez Carmen y Edgardo Bolio Arceo (coordinadores). *Autoproducción de vivienda en Mérida. Zonas urbanas en proceso de consolidación*. SISIERRA-UADY. Yucatán, México. Pp. 37-53.

Díaz-Gallegos, José Reyes, Ofelia Castillo-Acosta y Gerardo García-Gil. 2002. Distribución espacial y estructura arbórea de la selva baja subperennifolia en un ejido de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. *Universidad y Ciencia* 18(35): 11-28.

Dickinson, Federico, Ana García y Susana Pérez. 1999. Social differentiation and urban segregation in a Mexican regional metropolis. En Aguilar, Adrián Guillermo e Irma Escamilla (editores). *Problems of megacities: social inequalities, environmental risk and urban governance*. UNAM. México. Pp. 345-358.

Domínguez, Aguilar Mauricio C. 2004. *Uso y manejo del agua urbana como indicador de sustentabilidad urbana de Cancún, Quintana Roo*. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. Mérida, Yucatán, México. 188 p.

Durán, Rafael e Ingrid Olmsted. 1999. Vegetación de la Península de Yucatán. En Chico, Ponce de León Pablo Antonio (coordinador general). *Atlas de Procesos territoriales de Yucatán*. UADY. México. Pp. 187-194.

Dwyer, John F., David J. Nowak, Mary Heather Noble y Susan M. Sisinni. 2000. *Connecting people with ecosystems in the 21st century: an assessment of our nation's urban forests*. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Portland, Oregon, United States of America. 483 p.

Dwyer, Mark C. y Robert W. Miller. 1999. Using GIS to assess urban tree canopy benefits and surrounding greenspace distributions. *Journal of arboriculture* 25(2): 102-107.

Febles, Patrón José Luis. 2004. *Arquitectura, vigor y vitalidad en árboles de makulis (Tabebuia rosea), almendro (Terminalia catappa) y flamboyán (Delonix regia)*,

- impactados por huracanes en Mérida, Yucatán*. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal Quintana Roo. 133 p.
- Flores, José Salvador. 1993. Observaciones preliminares sobre los huertos familiares mayas en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. *Biótica, nueva época*. 1: 13-18.
- Flores, José Salvador, Gladiz C. O. Canto-Avilés y Ana G. Flores Serrano. 2001. Plantas de la flora yucatanense que provocan alguna toxicidad en el humano. *Revista Biomédica* 12:86-96.
- Flores, José Salvador y Javier Álvarez-Sánchez. 2004. Flora y Vegetación. En Bautista, Zúñiga Francisco, Hugo Delfín González, José Luis Palacio Prieto y María del Carmen Delgado Carranza (editores). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Dirección General de Estudios de Posgrado-UNAM, UADY, CONACYT e INE. México. Pp. 303-327.
- Folch, Ramón. 1999. *Diccionario de Socioecología*. Planeta. España. 360 p.
- Fuentes, Gómez José Humberto. 2005. *Espacios, actores, prácticas e imaginarios urbanos en Mérida, Yucatán, México*. UADY. México. 389 p.
- Galea, Sandro, Nicholas Freudenberg y David Vlahov. 2005. Cities and population health. *Social science and medicine* 60: 1017-1033.
- García, Gómez Carmen. 2000. Un diagnóstico de los niveles de consolidación de vivienda en la periferia de Mérida. *Cuadernos Arquitectura de Yucatán* 13, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán. Pp. 19-29.
- _____. 2007. Expansión urbana y transformación de las periferias. En García, Gómez Carmen y Edgardo Bolio Arceo (coordinadores). *Autoproducción de vivienda en Mérida. Zonas urbanas en proceso de consolidación*. SISIERRA-UADY. Yucatán, México. Pp. 25-35.
- García, Gómez Carmen y Angélica Álvarez Quiñones. 2003. Realidades y retos del proceso de urbanización de las comisarías del Municipio de Mérida, Yucatán. En Tello, Peón Lucía y Alfredo Alonzo Aguilar (coordinadores). *Evolución y estrategia del desarrollo urbano en la Península de Yucatán*. UADY. México. Pp. 195-205.

- Garzón, Beatriz, Noemí Brañes, M. Laura Abella y Ana Auad. 2004. Vegetación urbana y hábitat popular: el caso de San Miguel de Tucumán. *Boletín del Instituto de la Vivienda Universidad de Chile* 49(18): 21-42.
- Giacamán, Reyes Carolina María y María Pilar Larraín Sanhueza. 2003. *Predicción de la localización de actividades urbanas en el Gran Santiago utilizando técnicas de econometría espacial*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería. Universidad de Santiago de Chile. 58 p.
- Disponible en: http://www.gobiernosantiago.cl/universitario/download/tesis/desarrollo_urbano/prediccion_actividades_urbanas.pdf
- Fecha de consulta: 09 de agosto de 2006.
- Gilbert, M. Amparo, José González-Piqueras y Javier García Haro. 1997. Acerca de los índices de vegetación. *Revista de Teledetección* 8: 1-10.
- Gobierno del Distrito Federal. 2000. *Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la Ciudad de México*. México. 160 p.
- Gobierno del Estado de Yucatán. 2006. *Programa General de Ciclones Tropicales 2006*. Protección Civil de Yucatán. Gobierno del Estado. Mérida, Yucatán. 83 p.
- Disponible en: http://www.yucatan.gob.mx/procivy/pdf/programa_general2006.pdf
- Fecha de consulta: 18 de julio de 2006.
- Gómez, Amador Adolfo y Armando Alcántara Lomelí. 2003. Las formas de vida y el confort, conceptos culturales de la calidad ambiental, y sus consecuencias en la tradición espacial del trópico subhúmedo. En Tello, Peón Lucía y Alfredo Alonzo Aguilar (coordinadores). *Evolución y estrategias del desarrollo urbano ambiental en la Península de Yucatán*. FAUADY. México. Pp. 231-238.
- Gómez, Francisco, Nuria Tamarit y José Jabayoles. 2001. Green zones, bioclimatics studies and human comfort in the future development of urban planning. *Landscape and urban planning* 55: 151-161.
- Graf, Alfred Byrd. 1986. *Tropica. Color cyclopedia of exotic plants and trees for warm-region horticulture in cool climate, the summer garden or sheltered indoors*. 3ª edición. Roerhrs. Italia. 1152 p.

- Guerra, Mukul Rogelio Reyes. 2005. *Factores sociales y económicos que definen el sistema de producción de traspatio en una comunidad rural de Yucatán, México*. Tesis de maestría. CINVESTAV - IPN, Unidad Mérida. Mérida, Yucatán, México. 117 p.
- INEGI. 2005. *Agenda Estadística de los Estados Unidos Mexicanos, edición 2005*. México. 217 p.
- INEGI. 2006. *II Censo de población y vivienda 2005. Resultados definitivos del estado de Yucatán*.
 Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/conteos/centeo2005/default.asp?c=6224>
 Fecha de consulta: julio de 2006.
- Jensen, Ryan, Jay Gatrell, Jim Boulton y Bruce Harper. 2004. Using remote sensing and geographic information systems to study quality of life and urban forest amenities. *Ecology and Society* 9(5):5.
 Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss5/art5/>
- Johnston, Ron J., Derek Gregory y David M. Smith. 2000. *Diccionario Akal de Geografía Humana*. Akal. 10ª Edición. España. 592 p.
- Köchli, Daniel y Peter Brang. 2005. Simulating effects of forest management on selected public forest goods and services, a case study. *Forest Ecology and Management* 209: 57-68.
- Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán. 1995. Gobierno del estado de Yucatán. Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, de fecha 30 de Junio de 1995.
 Disponible en: <http://www.merida.gob.mx/municipio/portal/norma/contenido/pdfs/Archivos2005/ley-asentamientos.pdf>
- Ley de Fraccionamientos del Estado de Yucatán. 1985. Gobierno del Estado de Yucatán. Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, de fecha de 26 de Septiembre de 1985.
 Disponible en: <http://www.merida.gob.mx/municipio/portal/norma/contenido/pdfs/Archivos2005/ley-fraccionamientos.pdf>
- Li, Feng, Rusong Wang, Juergen Paulussen y Xusheng Liu. 2005. Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China. *Landscape and urban planning* 72:325-336.
- López-Moreno, Ismael R. y Martha E. Díaz-Betancourt. 1991. Los árboles de las calles de la ciudad de México. En López-Moreno, Ismael R. (editor). *El arbolado urbano de la zona metropolitana de la ciudad de México*. UAM-Azcapotzalco; MAB-UNESCO, INE A.C. México. Pp. 14-71.
- Lund, H. Gyde, William A. Befort, James E. Brickell, William M. Ciesla, Elizabeth C. Collins, Raymond L. Czaplewski, Attilio Antonio Disperati, Robert W. Douglass, Charles W. Dull, Jerry D.

- Greer, Rachel Riemann Hershey, Vernon J. LaBau, Henry Lachowski, Peter A. Murtha, David J. Nowak, Marc A. Roberts, Pierre Schram, Mahadev D. Shedha, Ashbindu Singh y Kenneth C. Winterberger. 1997. Chapter 11: Forestry. En Phillipson, Warren R (editor). *Manual of photographic interpretation*. Second edition. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. USA. Pp. 399-440.
- Maco, Scott E. y E. Gregory McPherson. 2002. Assessing canopy cover over streets and sidewalks in street tree populations. *Journal of Arboriculture* 28 (6): 270-276.
- Martínez, González Lorena. 2002. Por siglos explotados irracionalmente. Historia de las áreas verdes urbanas de la ciudad de México (última parte). *Arbórea* 7: 22-23, 29.
- McPherson, Gregory E., David Nowak, Gordon Heisler, Sue Grimmond, Catherine Souch, Rich Grant y Rowan Rowntree. 1997. Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago urban forest climate project. *Urban ecosystems* 1: 49-61.
- Micro Images, Inc. 2006. *Introduction to remote sensing of environment with TNTmips*. Folleto de TNTmips incluido en el programa. 32 p.
- Millard, Andy. 2004. Indigenous and spontaneous vegetation: their relationship to urban development in the city of Leeds, UK. *Urban forestry and urban greening* 3: 39-47.
- Miller, Tyler Jr. 1994. *Ecología y medio ambiente*. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 867 p.
- Morawitz Dana F., Tina M. Blewett, Alex Cohen y Marina Alberti. 2006. Using NDVI to assess vegetative land cover change in Central Puget Sound. *Environmental Monitoring and Assessment* 114: 85 - 106.
- Niembro-Rocas, Alejandro. 1992. *La flora de la ciudad de Campeche. Su origen, composición, distribución e importancia*. Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, Mexico. 75+ p.
- Nowak, David J. 1992. Remote sensing and urban forestry. *Proc. Soc. Am. For Natl. Conv.* Bethesda, MD. : The Society, 1985 - 1992. Pp. 103-108.
- _____. 1994. Understanding the structure. *Journal of Forestry* 92 (10): 42-46.
- Nowak, David J., Jeff Walton, Soojeong Myeong, Paul F. Hopkins y Robert H. Broock Jr. 2001. Chapter 2: Tree cover in Syracuse. En Nowak David J. y Paul R. O'connor (compiladores) *Syracuse urban forest master plan:guiding the city's forest resource into*

- the 21st century*. General technical report NE-287. USDA (United States Department of Agriculture) Forest Service. Newtown Square, PA. Pp. 6-14.
- Nowak, David J., John F. Dwyer y Gina Childs. 1997. Capítulo 2. Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. En Krishnamurthy L. y José Rente Nascimento (editores). *Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. México. Pp. 18 -38.
- Nowak David J. y Paul R. O'connor (compiladores). 2001. *Syracuse urban forest master plan:guiding the city's forest resource into the 21st century*. General technical report NE-287. USDA (United States Department of Agriculture) Forest Service. Newtown Square, PA. 50 p.
- Observatorio Ambiental Urbano de Manizales, Colombia. 2001. Ficha técnica del indicador superficie arbolada percápita.
Disponible en: <http://web.minambiente.gov.co/oau/nivel3.php?indicador=SAPC&observ=6>
Fecha de consulta: de 18 de Noviembre de 2005.
- Orellana, Roger, Lilia Carrillo y Verónica Franco. 2001. *Árboles recomendados para la Ciudad de Mérida. La naturaleza como parte del contexto urbano*. CICY. Mérida, Yucatán. 69 págs.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 1998. Glosario de la Promoción de la Salud. Ginebra.35 p.
Disponible en http://www.bvs.org.ar/pdf/glosario_sp.pdf
Fecha de consulta: 15 de Noviembre de 2005.
- Ortega, Luz María, Sergio Avendaño, Arturo Gómez-Pompa y Edilberto Ucán Ek. 1993. Los solares de Chunchumil, Yucatán, México. *Biótica, nueva época*. 1: 37-51.
- Pauleit, Stephen y Friedrich Duhme. 2000. GIS assessment of Munich's urban forest structure for urban planning. *Journal of arboriculture* 26(3): 133-141.
- Pérez, Medina Susana. 2000. Segregación y desequilibrios urbanos en Mérida. *Cuadernos Arquitectura de Yucatán* 13, Facultad de Arquitectura, UADY. Pp. 39-46.
- _____. 2006. *Estructura urbana segregada de Mérida y su influencia en el consumo recreativo, indicador de calidad de vida*. Tesis de Doctorado. Facultad de Arquitectura. UNAM. Mérida, Yucatán. 224 p.

- Reglamento de Construcciones del Municipio de Mérida. 2004. Gobierno del Estado de Yucatán. Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, de fecha 14 de Enero de 2004.
Disponible en: <http://www.merida.gob.mx/municipio/portal/norma/contenido/pdfs/Archivos2004/construccion.pdf>
- Reglamento de Protección al Ambiente y del Equilibrio Ecológico del Municipio de Mérida. 2005. Gobierno del Estado de Yucatán. Diario Oficial del Estado de Yucatán; de fecha de 15 de Diciembre de 2005.
Disponible en: http://www.merida.gob.mx/municipio/portal/norma/contenido/pdfs/Archivos2005/proteccion_ambiente.pdf
- Rente, Nascimento José, L. Krishnamurthy y Kari Juhani Keipi. 1997. Áreas verdes urbanas en América Latina: Una Introducción. En Krishnamurthy L. y José Rente Nascimento (editores). *Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. México. Pp. 1-13.
- Rojas, Ávalos Ángela V. 1985. *Introducción al urbanismo*. ISPJAE. Cuba. 220 p.
- Romero, Hugo, Ximena Toledo, Fernando Órdenes y Alexis Vásquez. 2001. Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y Desarrollo* 4: 45-51.
- Ruenes, Morales María del Rocío, Adrián E. Aké Gómez y Juan Jiménez-Osornio. 1999. Banco de recursos genéticos y agrosistemas de amortiguamiento de la unidad familiar campesina de la Península de Yucatán. En Chico, Ponce de León Pablo Antonio (coordinador general). *Atlas de Procesos territoriales de Yucatán*. UADY. México. Pp. 239-245.
- Sampson, R. Neil. 1994. Making cities safe for trees. En Duane G. Levine y Arthur C. Upton (editores). *The city as a human environment*. Praeger. USA. 157-170 p.
- SCINCE 2000 (Sistema de Consulta para la Información Censal) para el estado de Yucatán, con información del XII Censo General de Población y Vivienda 2000. INEGI. Disco Compacto para el usuario. Aguascalientes, México.
- Sorensen, Mark, Valerie Barzetti, Kari Keipi y John Williams. 1998. *Manejo de las áreas verdes urbanas. Documento de las buenas prácticas*. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D. C. 68 p.
- Sosa, Victoria y José Salvador Flores. 1993. *La flora ornamental de Mérida*. Ayuntamiento de Mérida. Mérida, Yucatán. 265 p.

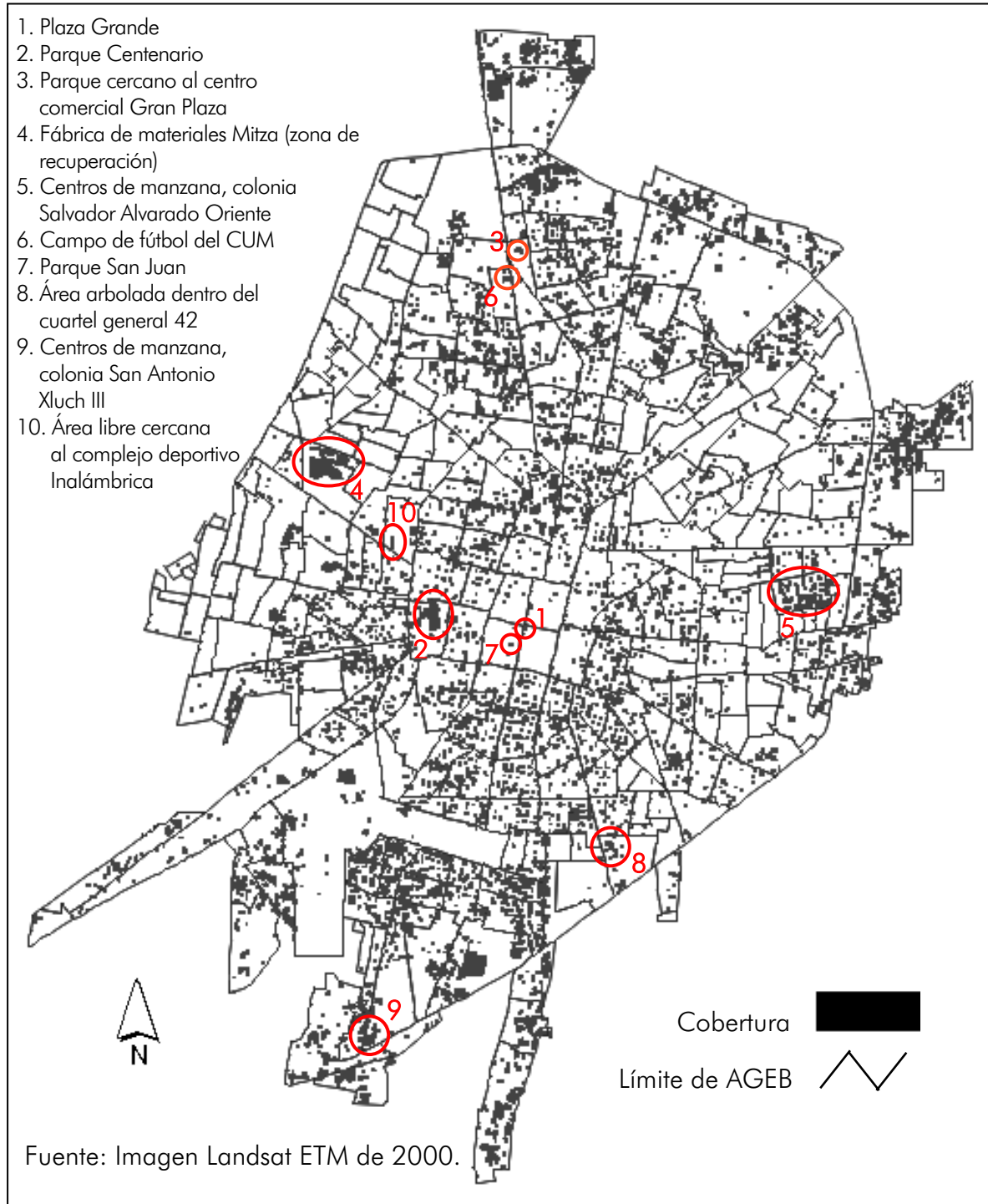
- Stabler, Linda B., Chris A. Martin y Anthony J. Brazel. 2005. Microclimates in a desert city were related to land use and vegetation index. *Urban Forestry and Urban Greening* 3: 137-147.
- Tun, Dzul Fernando y José Antonio González-Iturbe Ahumada. 2004. *Vegetación y flora del rancho El Zapotal, Municipio de Tizimín, Yucatán*. Informe Técnico para PRONATURA - Península de Yucatán. CICY. Mérida, Yucatán.
- Disponible en: <http://www.pronatura-ppy.org.mx/programas/producto.php?IdPrograma=47&IdProyecto=39&IdProducto=18>
- Fecha de consulta: 29 de Mayo de 2006.
- Van Herzele, Ann y Torsten Wiedemann. 2003. A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. *Landscape and urban planning* 63:109-126.
- Vázquez-Yanes, Carlos, Ana Irene Batis Muñoz, María Isabel Alcocer Silva, Martha Gual Díaz y Cristina Sánchez Dirzo. 1999. *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM.
- Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/indice_especies.html
- Fecha de consulta: 16 de mayo de 2007.
- Villalvazo, Peña Pablo, Juan Pablo Corona Medina y Saúl García Mora. 2002. Urbano-rural, constante búsqueda de fronteras conceptuales. *Notas Revista de Información y Análisis* 20: 17-24.
- Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/articulos/sociodemograficas/urbano03.pdf>.
- Vlahov, David, Sandro Galea y Nicholas Freudenberg. 2005. The urban health "advantage". *Journal of urban health* 82 (1): 1-4.
- Wooldridge, Jeffrey M. 2000. *Introductory econometrics: a modern approach*. South-Western College. Cincinnati, OH. 824 p.
- Yang, Jun, Joe McBride, Jinxing Zhou y Zhenyuan Sun. 2005. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. *Urban forestry and urban greening* 3: 65-78.
- Zoido, Florencio, Sofía de la Vega, Guillermo Morales, Rafael Mas y Rubén C. Lois. 2000. *Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio*. Ariel Referencia. España. 402 p.
- Zárate, Martín Antonio. (Sin fecha). *El espacio interior de la ciudad*. Síntesis. España. 253 p.

Información cartográfica:

- González-Iturbe, A. José Antonio, Julián Granados Castellanos, Fernando Tun Dzul e Ingrid Olmsted. 1999. Mapa de tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Escala 1: 1,400,000. En García, de Fuentes Ana, Pablo Antonio Chico Ponce de León y Juan Córdoba y Ordóñez (coordinadores). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán*. UADY. México. Pp. 184-185.
- García, Enriqueta. 1999. Mapa de climas de la Península de Yucatán. Escala 1: 1,200,000. En En García, de Fuentes Ana, Pablo Antonio Chico Ponce de León y Juan Córdoba y Ordóñez (coordinadores). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucactán*. UADY. México. Pp. 164-165.
- Mapa de tipología de vivienda de la ciudad de Mérida. 1999. Escala 1: 60,000. Taller de Cartografía de la Universidad de la Ciudad de México y Laboratorio de Análisis Cartográfico de Departamento de Ecología Humana del CINVESTAV - IPN; Unidad Mérida.
- Mapa de Diagnóstico de la Vivienda. 2006. Escala 1:45,000. Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad de Mérida. Dirección de Desarrollo Urbano. Ayuntamiento de Mérida.
- Vidal, Jorge y Francisco Herrera. 1999. Mapa de distribución de la precipitación en la ciudad de Mérida durante el periodo 1990 - 1993. En García, de Fuentes Ana, Pablo Antonio Chico Ponce de León y Juan Córdoba y Ordóñez (coordinadores). *Atlas de Procesos Territoriales de Yucactán*. UADY. México. P.180.

ANEXOS

Anexo I. Puntos de verificación de datos de cobertura en Mérida, Yucatán.



Anexo II. Salidas de GeoDA para las regresiones efectuadas.

II.1. Reporte de salida de la estimación de mínimos cuadrados con las variables sin transformar.

SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION

Data set : **MERIDA**
 Dependent Variable : **PORCCOB** Number of Observations: 301
 Mean dependent var : 6.33073 Number of Variables : 9
 S.D. dependent var : 5.99971 Degrees of Freedom : 292
 R-squared : 0.306055 F-statistic : 16.0978
 Adjusted R-squared : 0.287043 Prob(F-statistic) : 1.10591e-019
 Sum squared residual: 7518.86 Log likelihood : -911.419
 Sigma-square : 25.7495 Akaike info criterion : 1840.84
 S.E. of regression : 5.0744 Schwarz criterion : 1874.2
 Sigma-square ML : 24.9796
 S.E of regression ML: 4.99796

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	9.566954	1.478213	6.471973	0.0000000
VIVHEC	-0.1965437	0.04272404	-4.600308	0.0000063
PORCINMIG	-0.1802547	0.05638085	-3.197091	0.0015406
PORCHAMAY	0.2503536	0.05001367	5.005704	0.0000010
PORCMCSM	-0.006600683	0.02562098	-0.257628	0.7968658
ETAPA2	-2.507675	1.093278	-2.293721	0.0225167
ETAPA3	-2.440664	0.8157468	-2.991938	0.0030087
ETAPA4	-4.244989	0.8807744	-4.81961	0.0000023
AGEBPEQUEÑ	-4.15952	2.169432	-1.917332	0.0561712

REGRESSION DIAGNOSTICS

MULTICOLLINEARITY CONDITION NUMBER 12.64268

TEST ON NORMALITY OF ERRORS

TEST	DF	VALUE	PROB
Jarque-Bera	2	67.90007	0.0000000

DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY

RANDOM COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	8	104.2685	0.0000000
Koenker-Bassett test	8	56.09941	0.0000000

SPECIFICATION ROBUST TEST

TEST	DF	VALUE	PROB
White	44	N/A	N/A

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE

FOR WEIGHT MATRIX : **rookln1.GAL** (row-standardized weights)

TEST	MI/DF	VALUE	PROB
Moran's I (error)	0.225119	6.3702219	0.0000000
Lagrange Multiplier (lag)	1	61.5947580	0.0000000
Robust LM (lag)	1	33.3319617	0.0000000
Lagrange Multiplier (error)	1	33.4395432	0.0000000
Robust LM (error)	1	5.1767469	0.0228911
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	66.7715049	0.0000000

===== END OF REPORT =====

II.2. Reporte de salida de la estimación del modelo de rezago espacial mediante el método de máxima verosimilitud con las variables sin transformar.

SUMMARY OF OUTPUT: SPATIAL LAG MODEL - MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION

```

Data set           : MERIDA
Spatial Weight     : rookln1.GAL
Dependent Variable : PORCCOB   Number of Observations: 301
Mean dependent var : 6.33073   Number of Variables   : 10
S.D. dependent var : 5.99971   Degrees of Freedom    : 291
Lag coeff. (Rho)  : 0.533926

R-squared          : 0.464598   Log likelihood        : -881.279
Sq. Correlation    : -          Akaike info criterion : 1782.56
Sigma-square       : 19.2726   Schwarz criterion     : 1819.63
S.E of regression  : 4.39006
  
```

Variable	Coefficient	Std.Error	z-value	Probability
W_PORCCOB	0.5339263	0.05399893	9.887721	0.0000000
CONSTANT	6.496229	1.366126	4.755218	0.0000020
VIVHEC	-0.1670998	0.0374135	-4.466298	0.0000080
PORCINMIG	-0.1452438	0.04889217	-2.970696	0.0029714
PORCHAMAY	0.1130091	0.04377633	2.581511	0.0098369
PORCMCSM	-0.01029538	0.02220342	-0.4636842	0.6428741
ETAPA2	-2.080157	0.9501333	-2.189332	0.0285726
ETAPA3	-1.446542	0.7149826	-2.023184	0.0430540
ETAPA4	-2.613646	0.7838837	-3.334226	0.0008555
AGEBPEQUEÑ	-3.683283	1.876863	-1.962467	0.0497079

**REGRESSION DIAGNOSTICS
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY**

RANDOM COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	8	98.01737	0.0000000

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE

SPATIAL LAG DEPENDENCE FOR WEIGHT MATRIX : rookln1.GAL

TEST	DF	VALUE	PROB
Likelihood Ratio Test	1	60.27998	0.0000000

===== END OF REPORT =====

II.3. Reporte de salida de la estimación de mínimos cuadrados con las variables transformadas.

SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION

Data set : **MERIDA**
 Dependent Variable : **LNPORCOB** Number of Observations: 301
 Mean dependent var : 1.59077 Number of Variables : 9
 S.D. dependent var : 0.968431 Degrees of Freedom : 292

R-squared : 0.438370 F-statistic : 28.4894
 Adjusted R-squared : 0.422983 Prob(F-statistic) : 1.22813e-032
 Sum squared residual: 158.545 Log likelihood : -330.62
 Sigma-square : 0.542964 Akaike info criterion : 679.239
 S.E. of regression : 0.736861 Schwarz criterion : 712.603
 Sigma-square ML : 0.526729
 S.E of regression ML: 0.725761

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	1.430252	0.4828758	2.961946	0.0033083
LNIVIVHEC	-0.3875045	0.06550416	-5.915724	0.0000000
LNPORIN	-0.4374165	0.09689368	-4.514396	0.0000092
LNPORHAMA	0.8664472	0.1117687	7.752144	0.0000000
LNFORMCS	0.1421471	0.06784244	2.095254	0.0370095
ETAPA2	-0.4978521	0.1564949	-3.181267	0.0016243
ETAPA3	-0.6795787	0.1177883	-5.769494	0.0000000
ETAPA4	-0.9113381	0.1350517	-6.748066	0.0000000
AGEBPEQUEÑ	-0.9029512	0.3243526	-2.783857	0.0057223

REGRESSION DIAGNOSTICS

MULTICOLLINEARITY CONDITION NUMBER **31.24932**

TEST ON NORMALITY OF ERRORS

TEST	DF	VALUE	PROB
Jarque-Bera	2	1.733973	0.4202159

DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY

RANDOM COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	8	16.8203	0.0320357
Koenker-Bassett test	8	16.36218	0.0374801

SPECIFICATION ROBUST TEST

TEST	DF	VALUE	PROB
White	44	N/A	N/A

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE

FOR WEIGHT MATRIX : **rookln1.GAL** (row-standardized weights)

TEST	MI/DF	VALUE	PROB
Moran's I (error)	0.229102	6.4794668	0.0000000
Lagrange Multiplier (lag)	1	65.4025853	0.0000000
Robust LM (lag)	1	32.3649934	0.0000000
Lagrange Multiplier (error)	1	34.6333030	0.0000000
Robust LM (error)	1	1.5957111	0.2065121
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	66.9982963	0.0000000

===== END OF REPORT =====

II.4. Reporte de salida de la estimación del modelo de rezago espacial mediante el método de máxima verosimilitud con las variables transformadas.

SUMMARY OF OUTPUT: SPATIAL LAG MODEL - MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION

```

Data set           : MERIDA
Spatial Weight     : rookln1.GAL
Dependent Variable : LNPORCOB   Number of Observations: 301
Mean dependent var : 1.59077   Number of Variables   : 10
S.D. dependent var : 0.968431  Degrees of Freedom    : 291
Lag coeff. (Rho)  : 0.524496

R-squared         : 0.574083   Log likelihood        : -297.544
Sq. Correlation   : -         Akaike info criterion : 615.088
Sigma-square     : 0.39945   Schwarz criterion    : 652.159
S.E of regression : 0.63202
  
```

Variable	Coefficient	Std.Error	z-value	Probability
W_LNPORCOB	0.524496	0.05123206	10.23765	0.0000000
CONSTANT	0.5941177	0.4241769	1.400637	0.1613229
LNIVIVHEC	-0.2496161	0.05788917	-4.311965	0.0000162
LNPORIN	-0.3024033	0.08426479	-3.588727	0.0003324
LNPORHAMA	0.5714135	0.09921663	5.759251	0.0000000
LNFORMCS	0.1074377	0.05830754	1.842603	0.0653868
ETAPA2	-0.4184464	0.1354658	-3.088944	0.0020088
ETAPA3	-0.4253764	0.1047707	-4.06007	0.0000491
ETAPA4	-0.5194495	0.1221536	-4.25243	0.0000212
AGEBPEQUEÑ	-0.7397854	0.2782077	-2.659112	0.0078348

**REGRESSION DIAGNOSTICS
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY**

RANDOM COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	8	17.49385	0.0253583

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE

SPATIAL LAG DEPENDENCE FOR WEIGHT MATRIX : rookln1.GAL

TEST	DF	VALUE	PROB
Likelihood Ratio Test	1	66.15107	0.0000000

===== END OF REPORT =====

Anexo III. Tabla de datos obtenidos por AGEB en relación a la cobertura de arbolado urbano en Mérida, Yucatán.

Clave del AGEB	Área del AGEB en hectáreas	Cobertura en hectáreas	Cobertura en porcentaje		Población total	Cobertura en m ²	Arbolado urbano por habitante
005-0	66.62	0.85	1.27		1465	8454.32	5.77
006-5	96.33	14.69	15.25		5672	146867.15	25.89
011-6	50.34	0.19	0.37		2865	1856.59	0.65
012-0	31.02	0.09	0.29		1941	906.51	0.47
016-9	88.83	9.79	11.02		2423	97857.44	40.39
017-3	79.90	4.26	5.33		3260	42584.89	13.06
018-8	41.80	0.35	0.83		2088	3451.96	1.65
021-A	49.98	4.42	8.85		2074	44246.83	21.33
022-4	84.08	15.02	17.87		1322	150220.01	113.63
023-9	107.00	11.11	10.38		3193	111095.43	34.79
025-8	50.76	0.21	0.41		2527	2089.80	0.83
026-2	79.85	2.86	3.58		3765	28574.25	7.59
028-1	41.89	2.57	6.14		1459	25708.39	17.62
029-6	44.97	5.24	11.66		1438	52423.86	36.46
030-9	47.65	4.46	9.36		2972	44598.19	15.01
031-3	55.15	6.66	12.07		3175	66565.94	20.97
032-8	62.01	2.72	4.39		2175	27210.16	12.51
033-2	97.59	3.67	3.76		3731	36670.66	9.83
034-7	62.79	1.99	3.17		3955	19900.11	5.03
036-6	52.44	7.84	14.95		3211	78371.96	24.41
037-0	48.28	3.66	7.58		3590	36609.52	10.20
038-5	91.43	7.33	8.01		4588	73277.43	15.97
039-A	34.51	2.43	7.03		3517	24269.74	6.90
040-2	34.22	2.21	6.46		2655	22093.08	8.32
041-7	43.22	3.33	7.72		3356	33346.59	9.94
042-1	86.97	5.32	6.12		3724	53244.72	14.30
043-6	49.28	2.72	5.53		2738	27244.19	9.95
044-0	54.58	0.98	1.80		1252	9822.07	7.85
045-5	63.83	0.83	1.30		951	8277.31	8.70
048-9	75.23	12.28	16.32		3738	122762.36	32.84
049-3	74.12	5.28	7.12		4045	52757.75	13.04
050-6	59.91	1.14	1.90		1171	11400.61	9.74
051-0	55.49	0.42	0.75		467	4167.90	8.92
052-5	67.46	2.69	3.98		2458	26852.47	10.92
053-A	83.08	9.62	11.59		5071	96243.75	18.98
054-4	43.35	1.41	3.25		3089	14104.57	4.57
056-3	53.75	2.50	4.64		3765	24959.55	6.63
059-7	57.12	4.97	8.70		2994	49675.91	16.59
060-A	119.25	10.60	8.89		7667	106042.43	13.83
061-4	69.11	9.75	14.11		4237	97526.19	23.02
062-9	48.10	4.59	9.55		2990	45942.99	15.37
063-3	62.42	9.22	14.77		4874	92192.47	18.92
064-8	43.60	5.02	11.52		3433	50231.65	14.63
065-2	46.84	5.10	10.89		3794	51016.94	13.45
066-7	56.97	7.18	12.60		4418	71774.52	16.25
067-1	60.42	9.27	15.34		4606	92676.08	20.12
068-6	35.58	4.51	12.68		3317	45127.83	13.61
071-8	72.85	9.75	13.38		5410	97492.02	18.02
072-2	66.99	6.75	10.07		5173	67460.94	13.04

continúa

Continuación Anexo III.

Clave del AGEB	Área del AGEB en hectáreas	Cobertura en hectáreas	Cobertura en porcentaje	Población total	Cobertura en m ²	Arbolado urbano por habitante
073-7	42.65	3.19	7.48	3781	31912.33	8.44
074-1	42.53	4.31	10.14	3757	43111.34	11.47
075-6	53.85	2.59	4.81	2885	25880.64	8.97
076-0	41.58	3.03	7.29	4094	30296.93	7.40
078-A	661.39	20.35	3.08	527	203543.76	386.23
079-4	58.74	6.83	11.63	5056	68314.56	13.51
080-7	57.61	5.25	9.11	4971	52481.93	10.56
082-6	54.77	4.08	7.45	4087	40785.76	9.98
110-A	84.57	1.00	1.18	854	9987.42	11.69
121-8	33.79	0.05	0.15	2874	518.75	0.18
122-2	33.25	0.00	0.00	4854	0.00	0.00
124-1	20.88	0.00	0.00	3223	0.00	0.00
133-0	301.75	9.73	3.23	179	97348.61	543.85
134-5	58.08	0.81	1.39	2544	8080.88	3.18
145-3	42.22	2.25	5.32	939	22453.76	23.91
146-8	53.40	3.57	6.69	1981	35722.02	18.03
147-2	60.60	1.53	2.52	2454	15267.13	6.22
148-7	38.52	1.15	3.00	2546	11535.43	4.53
150-4	50.26	3.93	7.81	2008	39264.90	19.55
151-9	202.33	30.47	15.06	1865	304734.11	163.40
152-3	47.81	7.36	15.40	1331	73644.26	55.33
153-8	118.59	9.11	7.68	796	91062.52	114.40
154-2	53.52	6.51	12.16	746	65057.33	87.21
155-7	47.55	6.28	13.22	232	62834.86	270.84
156-1	51.28	4.99	9.74	1094	49936.24	45.65
157-6	53.75	5.27	9.81	826	52707.54	63.81
159-5	85.74	8.18	9.54	2871	81807.97	28.49
160-8	41.10	0.32	0.78	1775	3197.38	1.80
163-1	34.43	0.18	0.52	2703	1804.37	0.67
164-6	91.00	2.07	2.28	2472	20729.54	8.39
165-0	19.45	0.42	2.18	1374	4240.18	3.09
166-5	22.00	0.45	2.05	1080	4510.92	4.18
168-4	84.31	4.72	5.60	961	47185.20	49.10
169-9	68.12	7.97	11.71	1681	79740.45	47.44
170-1	60.58	4.63	7.64	2561	46286.02	18.07
171-6	49.83	0.29	0.59	2883	2917.98	1.01
175-4	61.11	6.19	10.14	4549	61938.07	13.62
177-3	54.39	2.28	4.19	3133	22800.76	7.28
178-8	49.65	1.22	2.47	2669	12242.85	4.59
179-2	61.73	1.53	2.48	5193	15337.13	2.95
180-5	65.68	5.38	8.20	4172	53842.52	12.91
181-A	57.13	2.59	4.53	2688	25907.70	9.64
182-4	66.41	3.39	5.11	3452	33922.90	9.83
184-3	72.28	10.12	14.00	4572	101179.78	22.13
185-8	53.85	12.88	23.91	3732	128761.81	34.50
186-2	85.41	12.65	14.82	3261	126542.98	38.80
191-3	44.48	0.27	0.61	2136	2706.55	1.27
197-0	176.45	29.50	16.72	3103	294967.40	95.06
199-A	175.77	21.51	12.24	658	215067.53	326.85
208-0	31.42	2.53	8.07	1726	25343.61	14.68

continúa

Continuación Anexo III.

Clave del AGEB	Área del AGEB en hectáreas	Cobertura en hectáreas	Cobertura en porcentaje	Población total	Cobertura en m ²	Arbolado urbano por habitante
220-1	51.05	3.41	6.68	1559	34106.03	21.88
221-6	77.84	6.74	8.66	3236	67440.53	20.84
222-0	24.47	0.00	0.00	2556	0.00	0.00
223-5	32.65	0.18	0.55	2958	1804.37	0.61
224-A	44.86	0.49	1.09	947	4883.52	5.16
225-4	37.45	1.17	3.14	1856	11739.86	6.33
226-9	26.31	0.00	0.00	3501	0.00	0.00
227-3	27.41	0.00	0.00	3137	0.00	0.00
228-8	43.96	0.04	0.09	3355	408.08	0.12
229-2	43.60	1.80	4.14	1385	18043.62	13.03
231-A	39.78	0.00	0.00	3008	0.00	0.00
232-4	17.00	0.32	1.90	2151	3224.90	1.50
233-9	19.70	0.90	4.58	1993	9021.84	4.53
234-3	31.26	0.81	2.60	354	8119.66	22.94
235-8	23.48	1.63	6.93	490	16276.15	33.22
236-2	22.78	2.71	11.91	646	27133.52	42.00
237-7	22.31	1.77	7.92	591	17664.89	29.89
238-1	21.24	0.45	2.12	1099	4511.29	4.10
239-6	60.19	6.70	11.13	1779	67019.74	37.67
240-9	40.58	4.40	10.83	1112	43957.11	39.53
241-3	72.33	10.25	14.17	3230	102467.88	31.72
242-8	42.38	3.77	8.90	1876	37735.53	20.11
243-2	32.46	0.18	0.56	2328	1804.37	0.78
244-7	35.93	0.58	1.61	2291	5796.88	2.53
245-1	76.51	1.95	2.55	1084	19534.05	18.02
246-6	45.36	3.46	7.63	2617	34618.47	13.23
247-0	52.11	3.31	6.35	1814	33065.67	18.23
248-5	25.19	0.27	1.07	1168	2706.53	2.32
249-A	39.23	0.00	0.00	1540	0.02	0.00
250-2	96.40	10.75	11.15	942	107525.78	114.15
251-7	30.51	1.09	3.56	1275	10854.96	8.51
252-1	47.47	0.42	0.88	3348	4154.12	1.24
254-0	36.86	5.24	14.22	1674	52406.23	31.31
255-5	45.82	2.63	5.74	2456	26279.55	10.70
256-A	319.05	7.90	2.48	212	79033.50	372.80
257-4	26.73	0.50	1.87	756	4985.48	6.59
258-9	54.10	3.86	7.13	1148	38561.40	33.59
259-3	106.96	22.19	20.75	2572	221937.25	86.29
260-6	40.84	0.00	0.00	1681	0.00	0.00
261-0	14.77	0.01	0.04	2095	58.08	0.03
262-5	129.48	4.69	3.62	832	46913.57	56.39
263-A	56.43	3.90	6.90	3513	38961.16	11.09
264-4	34.03	3.41	10.03	2582	34116.76	13.21
265-9	47.91	0.00	0.00	3479	0.00	0.00
266-3	43.03	2.33	5.41	2126	23295.25	10.96
267-8	36.10	2.99	8.29	2277	29917.63	13.14
268-2	24.63	2.41	9.80	2375	24146.03	10.17
269-7	33.88	0.47	1.39	1082	4704.23	4.35
270-A	33.36	1.24	3.73	1562	12437.26	7.96
271-4	30.92	0.99	3.21	1884	9924.02	5.27

continúa

Continuación Anexo III.

Clave del AGEB	Área del AGEB en hectáreas	Cobertura en hectáreas	Cobertura en porcentaje	Población total	Cobertura en m ²	Arbolado urbano por habitante
272-9	22.87	0.18	0.79	1592	1804.37	1.13
273-3	62.87	2.14	3.40	2316	21395.21	9.24
274-8	63.71	2.65	4.16	1963	26496.32	13.50
275-2	74.66	7.75	10.38	1667	77489.69	46.48
276-7	44.07	11.62	26.38	1638	116240.98	70.97
277-1	29.10	0.00	0.00	3370	0.00	0.00
278-6	32.21	0.00	0.00	3510	0.00	0.00
279-0	67.54	1.64	2.43	2217	16391.12	7.39
280-3	22.43	0.00	0.00	2384	0.00	0.00
281-8	32.96	1.76	5.35	2485	17642.30	7.10
282-2	51.17	1.89	3.70	2019	18935.71	9.38
283-7	30.45	1.16	3.82	997	11633.92	11.67
284-1	22.54	1.63	7.25	1476	16333.87	11.07
285-6	24.56	0.17	0.69	1197	1705.32	1.42
286-0	35.99	2.03	5.63	2303	20279.03	8.81
287-5	39.81	3.81	9.58	2697	38126.19	14.14
288-A	56.74	1.47	2.59	2620	14686.05	5.61
289-4	45.10	0.95	2.11	4641	9532.50	2.05
290-7	34.87	0.00	0.00	6214	0.00	0.00
291-1	41.05	2.27	5.53	2741	22711.31	8.29
292-6	47.35	0.99	2.10	1929	9924.02	5.14
293-0	28.61	0.28	0.98	2354	2798.10	1.19
294-5	28.40	0.87	3.05	2659	8654.43	3.25
295-A	66.29	14.66	22.11	4432	146578.44	33.07
296-4	36.54	2.39	6.55	2113	23934.32	11.33
297-9	37.28	3.65	9.78	2826	36472.11	12.91
298-3	61.12	8.20	13.42	2317	82006.21	35.39
299-8	38.32	1.43	3.73	2628	14285.28	5.44
300-2	55.62	7.12	12.80	1594	71191.86	44.66
301-7	39.36	0.41	1.03	3117	4056.79	1.30
302-1	31.75	0.00	0.00	2621	0.00	0.00
303-6	42.22	0.77	1.82	1282	7686.95	6.00
304-0	36.31	1.01	2.79	2327	10135.90	4.36
305-5	59.04	4.39	7.44	2137	43935.38	20.56
306-A	51.03	5.87	11.50	3499	58677.34	16.77
307-4	58.58	6.66	11.36	1222	66560.21	54.47
308-9	67.10	11.09	16.53	1270	110895.13	87.32
309-3	24.23	1.00	4.12	3250	9974.15	3.07
310-6	23.06	0.65	2.80	2186	6454.94	2.95
311-0	55.25	13.63	24.67	2442	136294.93	55.81
312-5	49.32	13.41	27.20	2057	134146.16	65.21
313-A	29.76	1.34	4.49	3034	13371.21	4.41
314-4	36.77	4.65	12.65	3220	46527.10	14.45
315-9	46.52	6.28	13.50	4263	62823.83	14.74
316-3	27.39	4.00	14.59	2561	39964.58	15.61
317-8	20.16	0.22	1.09	2028	2187.91	1.08
318-2	26.56	0.50	1.90	2934	5033.57	1.72
319-7	16.80	0.18	1.07	1585	1804.37	1.14
320-A	17.39	0.40	2.29	1209	3984.66	3.30
321-4	28.71	0.16	0.56	1334	1600.24	1.20

continúa

Continuación Anexo III.

Clave del AGEB	Área del AGEB en hectáreas	Cobertura en hectáreas	Cobertura en porcentaje	Población total	Cobertura en m ²	Arbolado urbano por habitante
323-3	43.07	3.30	7.66	2358	32975.36	13.98
324-8	50.76	7.56	14.89	2273	75561.08	33.24
326-7	83.29	1.64	1.96	3925	16356.47	4.17
327-1	57.35	0.96	1.67	2809	9589.25	3.41
328-6	39.03	7.44	19.06	2706	74382.78	27.49
329-0	45.87	10.57	23.04	2456	105685.91	43.03
330-3	34.23	0.00	0.00	5041	0.00	0.00
334-1	31.90	0.39	1.21	905	3868.80	4.27
335-6	37.11	0.33	0.90	865	3345.45	3.87
336-0	38.85	3.69	9.50	1819	36903.03	20.29
337-5	85.23	3.94	4.62	3806	39385.64	10.35
338-A	48.67	4.34	8.91	2274	43360.66	19.07
339-4	25.02	1.29	5.15	1285	12889.94	10.03
340-7	22.00	0.00	0.00	1021	0.00	0.00
341-1	49.76	0.14	0.29	1807	1424.22	0.79
342-6	23.48	0.35	1.48	1586	3485.58	2.20
343-0	21.14	0.00	0.00	2273	0.00	0.00
344-5	121.12	19.91	16.43	689	199060.42	288.91
345-A	107.53	13.65	12.70	112	136548.56	1219.18
346-4	100.09	11.02	11.01	2736	110185.94	40.27
348-3	126.44	7.08	5.60	211	70823.38	335.66
349-8	162.21	23.32	14.38	649	233232.70	359.37
350-0	184.50	16.88	9.15	408	168772.61	413.66
351-5	60.96	3.46	5.68	1254	34594.13	27.59
352-A	84.58	0.27	0.32	3309	2706.55	0.82
353-4	41.81	2.04	4.88	1500	20401.87	13.60
354-9	108.06	6.62	6.13	407	66244.10	162.76
357-2	43.00	0.26	0.62	2375	2648.47	1.12
358-7	4.87	0.09	1.80	14	878.36	62.74
359-1	64.64	11.48	17.77	76	114835.42	1510.99
360-4	35.13	1.42	4.05	152	14229.96	93.62
361-9	53.53	7.43	13.88	1873	74277.22	39.66
362-3	65.35	7.13	10.91	740	71310.52	96.37
363-8	173.56	17.56	10.12	1822	175624.39	96.39
364-2	114.66	9.75	8.50	3455	97464.36	28.21
365-7	38.95	7.15	18.35	753	71461.56	94.90
366-1	119.72	27.17	22.69	448	271667.99	606.40
367-6	35.91	0.83	2.30	398	8252.29	20.73
368-0	138.34	1.43	1.03	1405	14302.31	10.18
369-5	45.53	2.95	6.48	646	29520.32	45.70
370-8	42.74	0.63	1.48	1665	6305.55	3.79
371-2	33.20	0.00	0.00	1900	0.00	0.00
372-7	32.95	0.00	0.00	1902	0.00	0.00
373-1	54.87	0.32	0.59	1867	3241.12	1.74
374-6	60.14	0.00	0.00	3157	0.00	0.00
375-0	60.41	0.09	0.15	2515	902.18	0.36
376-5	24.89	0.00	0.00	1997	0.00	0.00
377-A	81.03	0.09	0.11	3711	902.18	0.24
378-4	33.26	0.00	0.00	3585	0.00	0.00
379-9	19.48	0.00	0.00	1950	0.00	0.00

continúa

Continuación Anexo III.

Clave del AGEB	Área del AGEB en hectáreas	Cobertura en hectáreas	Cobertura en porcentaje	Población total	Cobertura en m ²	Arbolado urbano por habitante
380-1	26.57	0.18	0.68	2285	1804.37	0.79
383-5	5.99	0.00	0.00	30	0.00	0.00
384-A	44.44	0.16	0.35	988	1565.06	1.58
385-4	32.16	0.33	1.04	1401	3347.98	2.39
386-9	17.92	0.09	0.50	182	902.18	4.96
387-3	70.95	10.22	14.41	161	102230.11	634.97
388-8	232.74	4.68	2.01	872	46765.76	53.63
389-2	62.35	0.27	0.43	774	2706.55	3.50
390-5	46.02	0.00	0.00	1651	0.00	0.00
391-A	51.19	0.00	0.00	1134	0.00	0.00
392-4	154.59	9.27	6.00	378	92703.56	245.25
393-9	69.32	6.15	8.88	2072	61528.02	29.69
394-3	63.79	0.72	1.13	790	7217.47	9.14
395-8	9.32	0.05	0.54	489	500.07	1.02
396-2	58.03	5.36	9.23	455	53575.65	117.75
397-7	52.68	1.21	2.30	3650	12104.24	3.32
398-1	40.86	7.80	19.09	768	78017.15	101.58
399-6	38.08	1.86	4.89	782	18623.13	23.81
400-0	67.60	7.34	10.86	1693	73391.36	43.35
401-5	62.23	12.70	20.40	490	126977.55	259.14
402-A	50.03	7.31	14.62	745	73145.50	98.18
403-4	47.26	1.54	3.25	3746	15356.22	4.10
404-9	49.90	0.70	1.40	2413	6978.15	2.89
406-8	37.19	1.53	4.12	1171	15333.47	13.09
407-2	24.25	0.09	0.37	1750	902.18	0.52
408-7	31.04	1.40	4.50	1568	13958.80	8.90
409-1	33.33	1.53	4.59	942	15285.50	16.23
410-4	40.14	2.41	6.01	2312	24110.74	10.43
411-9	39.09	3.01	7.69	2455	30078.53	12.25
412-3	30.99	3.03	9.79	2707	30348.25	11.21
413-8	34.27	3.72	10.85	3015	37188.94	12.33
414-2	9.22	0.00	0.00	1831	0.00	0.00
415-7	9.33	0.00	0.00	1800	0.00	0.00
416-1	32.35	3.99	12.35	1682	39943.97	23.75
417-6	24.98	1.85	7.39	2104	18458.29	8.77
418-0	44.51	0.27	0.61	2754	2706.55	0.98
419-5	46.47	0.09	0.19	1609	902.18	0.56
420-8	45.09	7.04	15.61	3163	70386.48	22.25
421-2	36.33	5.90	16.23	2863	58964.19	20.60
422-7	14.77	0.00	0.00	1518	0.00	0.00
423-1	20.49	0.00	0.00	2286	0.00	0.00
424-6	79.37	1.48	1.86	3100	14796.75	4.77
425-0	69.38	3.88	5.59	2753	38793.91	14.09
426-5	4.07	0.00	0.00	168	0.00	0.00
427-A	138.82	25.60	18.44	97	255999.54	2639.17
428-4	166.04	14.95	9.00	93	149515.13	1607.69
429-9	23.83	1.77	7.42	34	17676.26	519.89
430-1	4.76	0.00	0.00	15	0.00	0.00
431-6	12.78	0.09	0.71	60	902.18	15.04
432-0	2.75	0.00	0.00	38	0.00	0.00

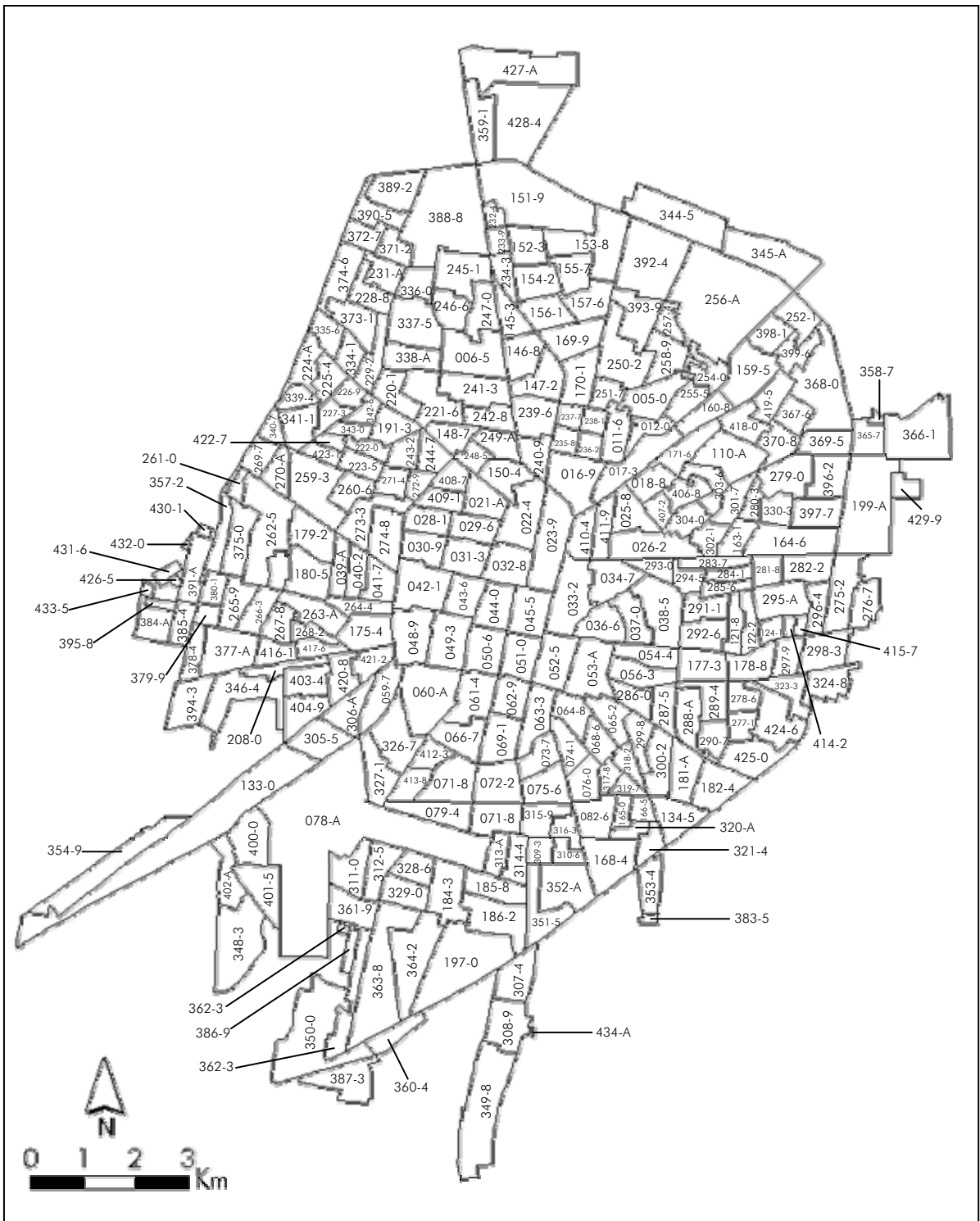
continúa

Continuación Anexo III.

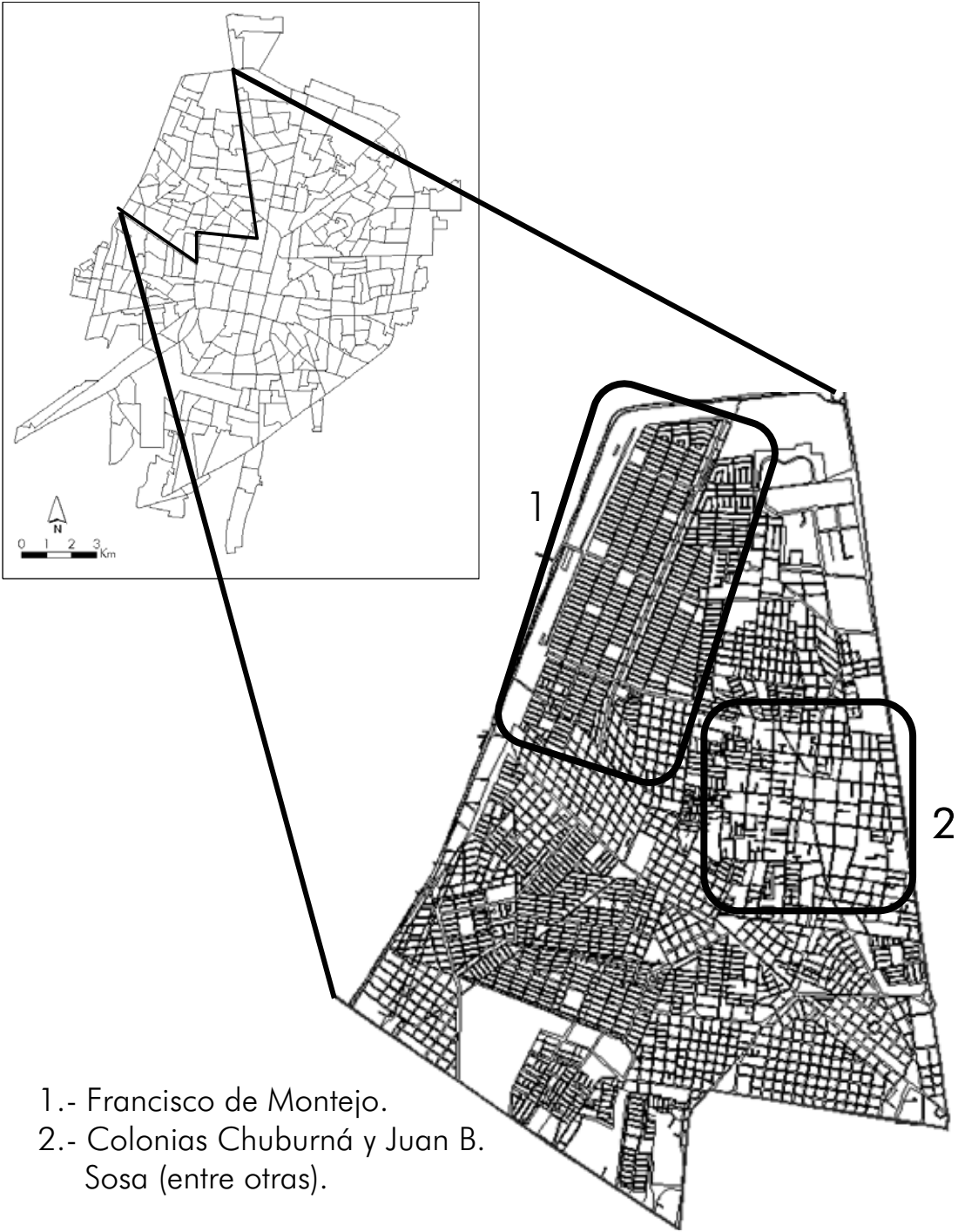
Clave del AGEB	Área del AGEB en hectáreas	Cobertura en hectáreas	Cobertura en porcentaje		Población total	Cobertura en m ²	Arbolado urbano por habitante
433-5	6.15	0.00	0.00		0	0.00	0.00
434-A	1.31	0.35	26.56		29	3471.16	119.70
435-4	3.87	0.00	0.00		57	0.00	0.00
Total	17,097.83	1,236.31	7.23		662,003.00*	12,159,601.37*	18.37*

* Totales sin los datos del AGEB 078-A, correspondientes al aeropuerto internacional de Mérida "Manuel Crescencio Rejón".

Anexo IV. Claves por Área Geostatística Básica asignadas por INEGI.



Anexo V. Ubicación aproximada del fraccionamiento Francisco de Montejó y las colonias Chuburná y Juan B. Sosa.



- 1.- Francisco de Montejó.
- 2.- Colonias Chuburná y Juan B. Sosa (entre otras).

Anexo VI. Listado de algunas especies que conforman el arbolado urbano de la ciudad de Mérida, Yucatán, con base en Flores (1993), Sosa y Flores (1993) y Orellana et al. (2001).

Familia	Nombre científico	Nombre maya	Nombre común	Uso reportado	Origen	Follaje
1 Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.		Marañón, nuez de la India	Cb, Cm, Or, So	I	P
2 Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.		Mango	Cm, Or, So	I	P
3 Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> L.	Che ch'el'en	Chechem negro	So, Me §	N	C
4 Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Abal ak, Chak-abal	Ciruela	Cm, Me	N	C
5 Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Tak'ob	Guanábana	Cm, Me	I	P o C
6 Annonaceae	<i>Annona reticulata</i> L.	Pox	Anona morada	Cm	I	C o P
7 Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	Ts'aramuy	Saramuyo	Cm, Me	I	C o P
8 Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.		Adelfa, narciso	Or, So §	I	P
9 Apocynaceae	<i>Plumeria alba</i> L.	Nicté	Flor de mayo	Or §	N	C
10 Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i> L.	Sak nikté', Nicté	Flor de mayo	Or, Cu §	N	C
11 Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	Chak nikté', Nicté	Flor de mayo	So, Or, Cu §	N	C
12 Apocynaceae	<i>Tabernaemontana coronaria</i> L.		Clavel blanco	Or	I	P
13 Apocynaceae	<i>Thevetia ahouai</i> L.	Ak'its, S'utun pek	Huevos de perro, campanita, cojón de gato	Or, Me §	N	P
14 Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i> L.	Ak'its, Saki'its	Campanita, cojón de gato, huevos de perro	So, Or, Me §	N	P
15 Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i> L.	Ak'its amarillo, k'aan lool	Campanita, cojón de gato, huevos de perro	So, Or, Me §	N	P
16 Araliaceae	<i>Polyscias balfouriana</i> L.		Aralia	So, Or	I	P
17 Araliaceae	<i>Polyscias guilfoylei</i> L.		Aralia negra, aralia mimi	Or	I	P
18 Araliaceae	<i>Schefflera actinophylla</i> L.		Cheflera	Or	I	P
19 Aracariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i> L.		Araucaria, pino	Or	I	P
20 Arecaceae (Palmae)	<i>Acoelorrhaphes wrightii</i> L.	Tasiste		Or	N	P
21 Arecaceae (Palmae)	<i>Acrocomia mexicana</i> L.		Cocoyol, coyol	Cm, Me	N	P
22 Arecaceae (Palmae)	<i>Attalea cohune</i> L.		Corozo	Cm, Or, So	N	P
23 Arecaceae (Palmae)	<i>Caryota urens</i> L.		Palma	Or	I	P
24 Arecaceae (Palmae)	<i>Chamaedorea seifrizii</i> L.	Xyaat	Palma bambú	Or	N	P
25 Arecaceae (Palmae)	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> L.		Palma de oro	Or	I	P
26 Arecaceae (Palmae)	<i>Cocos nucifera</i> L.		Coco, cocotero	Cm, Or, So	I	P
27 Arecaceae (Palmae)	<i>Phoenix dactylifera</i> L.		Palma de dáttil, palma datilera	Or, Cm	I	P
28 Arecaceae (Palmae)	<i>Phoenix roebelenii</i> L.		Palma de Roebelen	Or	I	P
29 Arecaceae (Palmae)	<i>Pritchardia pacifica</i> L.		Palma grande	Or	I	P
30 Arecaceae (Palmae)	<i>Pseudophoenix sargentii</i> L.	Ya'axh'alalche'	Palma enana, palma gorda	Or	N	P
31 Arecaceae (Palmae)	<i>Rhapis excelsa</i> L.		Palma china	Or	I	P
32 Arecaceae (Palmae)	<i>Roystonea regia</i> L.		Palma real	Or, So	I	P
33 Arecaceae (Palmae)	<i>Sabal mexicana</i> L.	Xa'an	Palma de huano, huano, guano	Co, So	N	P
34 Arecaceae (Palmae)	<i>Sabal yapa</i> L.	Bayaxaan	Palma de huano, huano, guano	Co, Or, So	N	P
35 Arecaceae (Palmae)	<i>Syagrus romazoffiana</i> L.		Pindó, palma plumosa	Or, So	I	P
36 Arecaceae (Palmae)	<i>Thrinax radiata</i> L.	Ch'it	Palma chit	Or, Do, So	N	P
37 Arecaceae (Palmae)	<i>Washingtonia filifera</i> L.		Palma abanico	Or	I	P

continúa

Continuación Anexo VI.

Familia	Nombre científico	Nombre maya	Nombre común	Uso reportado	Origen	Follaje
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> P		Jicara	Do, Me, Or	N	P
Bignoniaceae	<i>Parmentiera aculeata</i> E	Homa', luuch	Pepino de árbol, pepino kat	Or, Cm, Me	N	P
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> E ð		Tulipán africano	Or, So	I	P
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> E ÷	Kaa lol	Makulis amarillo, primavera, guayacán	Or, So	N	C
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> E ð ÷	Hok'ab, Kok'ab	Makulis o palo de rosa	Or, Cb, So	N	C
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> E ð ÷	X'kan lol	Tronadora, trompeta	Or, So, Me, Cb	N	C o P
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> E ð	K'iwi, Kiui, Kúxub	Achiote	Cm, Me, Or	I	P o C
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i> E ÷	Yaaxché, piim	Ceiba	Or, Me, Cu, So	N	C
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i> E	K'uy che'	Palo bobo, castaño de agua, zapote de agua	Or, Cm	N	P
Bombacaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i> E ð ÷	Chak klux ché	Amapola	Cb, Me, Or, So	N	C
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i> E ð ÷	Chak k'oopte, Kopté	Circote, siricote	So, Do, Or, Cm	N	C
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> †	Sak k'oopte, Kopté	Anacahuite	Or, Cm	I	C
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i> E ð ÷	Beek	Roble	So, Cb, Or	N	P
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> E ð ÷	Chakah, Chaca'	Palo mulato	Cb, Me, Or, So	N	P o C †
Capparidaceae	<i>Crataeva tapia</i> E	Kalok ma's		Or	N	-
Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i> ð	Kumche	Bonete	Cm, Me	N	C
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> E ð ÷		Casuarina, pino de mar	Or, Cb,	I	P
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliensis</i> E		Barí	Or	I	P
Clusiaceae	<i>Mammea americana</i> E ð		Mamey de Santo Domingo, zapote mamey	Cm, Me, Or, So	I	P
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> E	Chum, Chimi		Or, Me, Cb	N	C
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> E ð ÷		Almendra	Cm, Or, So, Me	I	C
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> E ÷		Ciprés	Or, Me	I	P
Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i> E ÷		Tulia, Tuja	Or, So	I	P
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i> ð	Taluch	Zapote negro	Cm, Me	N	P
Euphorbiaceae	<i>Hura polyandra</i> E	Solimanche'		Or §	I	-
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> E ð	Sikilte'	Piñoncillo	Or, Cm, Me, So	I	C
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus acidus</i> ð		Grosella	Cm, Me	I	P
Lauraceae	<i>Persea americana</i> ð	Oon	Aguacate	Cm, Me	N	P
Leguminosae	<i>Acacia gauderi</i> E ÷	Katzim, box katzim		Me, Or, So	N	C
Leguminosae	<i>Acacia riparioides</i> E	Yaax katsim		Or	N	C
Leguminosae	<i>Albizia lebbek</i> E ÷	Chakte' koox	Albizia	Or, Me, So	I	C
Leguminosae	<i>Bauhinia variegata</i> E ÷		Pata de vaca, árbol de orquídea	Or, So	I	P o C †
Leguminosae	<i>Caesalpinia gauderi</i> ÷	K'itam Che', K'itim che'		Or, Cb, So	N	C o P †
Leguminosae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> E ð ÷	Chac sik'in		Or, Me, So	I	P
Leguminosae	<i>Cassia fistula</i> E ð ÷		Lluvia de oro	Or, So	I	C
Leguminosae	<i>Cassia grandis</i> E		Fistula, carao	Or, Me	I	C
Leguminosae	<i>Cassia javanica</i> E		Fistula roja	Or	I	C o P
Leguminosae	<i>Delonix regia</i> E ð ÷		Flamboyán	Or, Cb, Me, So	I	C

continúa

Continuación Anexo VI.

Familia	Nombre científico	Nombre maya	Nombre común	Uso reportado	Origen	Follaje
Leguminosae	<i>Diphysa carthagensis</i> €	Susuk, Ts'uts'uk		Or	N	P
Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> € ð	Pich	Guanacaste, huanacaxtle	Or, Cb, Me, So	N	C
Leguminosae	<i>Erythrina indica - picta</i> €		Colorín pinto	Or, So	N	C
Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i> €	Sakyab, Xab-yaab		Or, Cb, Me	N	C
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i> P	Huaxim		Cb, Cm	N	CoP
Leguminosae	<i>Lonchocarpus longistylis</i> €	Balche, Bata'che'		Or, Cu, So	N	CoP
Leguminosae	<i>Lysiloma latifolium</i>	Tsalam		So	N	P
Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i> €	Xiw che'		Or, Me	N	C
Leguminosae	<i>Peltophorum inermis</i> €		Flamboyán amarillo	Or	I	C
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i> €	Ja'abin, Jabin		Or, Me	N	C
Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ts'iuche'		Cm, Cb, Me, So	N	P o C ‡
Leguminosae	<i>Samanea saman</i> € ð			So, Or, Cb	N	CoP
Leguminosae	<i>Senna alata</i> €		Coqueta, flor del secreto	Or, Me	N	-
Leguminosae	<i>Senna racemosa</i>	Kaan ha'abin		Or, Cb, So	N	CoP ‡
Leguminosae	<i>Tamarindus indica</i> € ð	Pah'ch'uhuk	Tamarindo	So, Cm, Me, Or	I	P
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> €		Astromelia, Árbol de júpiter	Or, Me	I	C
Lythraceae	<i>Lawsonia inermis</i> €		Residan, henna	Or	I	P
Malvaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> € ð	Chi'	Nance, nanche	Cm, Me, Or	N	P o C
Malvaceae	<i>Hibiscus mutabilis</i> €		Tulipán	Or	I	C
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> € ð		Tulipán, tulipán chino	Or, Me	I	P
Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i> €		Altea, rosa de Siria	Or	I	C
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> ð		Cedro	Me	N	CoP
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> € ð	Kulché, Kul-ché		Or, So	I	CoP
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> €		Paraíso, cinamomo	Or, So	I	P
Moraceae	<i>Brasium alicastrum</i> € ð	Ox	Árbol de pan	Cm, Or, So	N	P o C
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	K'iik-ché	Ramón	Cm, Me, Or, So	N	P o C
Moraceae	<i>Chlorophora tinctoria</i> € ð		Hule	Cb, Me, So	N	P o C
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> €		Palo de mora, moral, mora amarilla	Or, So	N	C
Moraceae	<i>Ficus elastica</i> €		Ficus, laurel de la India	Or	I	P
Moraceae	<i>Ficus lyrata</i> €		Hule	Or	I	P
Moraceae	<i>Ficus religiosa</i> €		Hoja de lira	Or	I	P
Moraceae	<i>Ficus retusa</i> var. <i>nitida</i> €		Laurel, higuera de las pagodas	Or	I	P o C
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> € ð		Laurel	Or	I	P
Myrtaceae	<i>Pimenta dioica</i> €		Paraíso blanco, Moringa	Or, Me, Cm	I	CoP
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> € ð	Chak-Pichi, Pichiche	Pimienta gorda, pimienta tabasco	Cm, Me, Cb, Or, So	I	P
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> €	Kiiche, Niiché	Guayaba, guayabo	Cm, Me, Cb, Or, So	I	P
Punicaceae	<i>Punica granatum</i> € ð		Uva de mar	So, Cm, Cb, Me, Or	N	C
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> €	Sulumay	Granada, granadilla	Cm, Me, Or	I	C
				Or, So	N	CoP

continúa

Continuación Anexo VI.

Familia	Nombre científico	Nombre maya	Nombre común	Uso reportado	Origen	Follaje
114 Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i> € δ †	X K'anon	Limón de la India, limón indio, limón persa	Or, Me, So	N	P
115 Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> δ	K'an-pak'al	Naranja agria	Cm, Me	I	P
116 Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> δ †		Toronja	Cm, Me, So	I	P
117 Rutaceae	<i>Citrus paradisi</i> δ	Chu'huk-pak'al	Naranja dulce, china	Cm	I	P
118 Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> δ		Limonarita	Cm, Me	I	P
119 Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i> € δ		Sauce	Or, So	I	P
120 Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> € †		Huevo de gato, huevo de mono	Or, Cb, Me	I	P o C ‡
121 Sapindaceae	<i>Blighia sapida</i> €		Huaya o guaya cubana	Or, Cm	I	P
122 Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i> δ †	Huayum	Huaya o guaya del país	Cm, Or, So	I	P
123 Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i> δ †	Huayum	Caymito, zapote caimito, kayum	Cm, Or, So	N	C
124 Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> € δ †	Chi keejil	Chicozapote, zapote	Cm, Or, So	I	P
125 Sapotaceae	<i>Manilkara sapota</i> € δ †	Sak-ya'		Cm, Me, Or, So	N	P
126 Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i> € δ	Kaniste'		Cm, Or, So	N	P
127 Sapotaceae	<i>Pouteria glomerata</i> †	Chooch	Zapote blanco	Cm, So, Or	I	P
128 Sapotaceae	<i>Pouteria hypoglauca</i> €	Chakalhal'as	Mamey, zapote	Or, Cm	I	P
129 Sapotaceae	<i>Pouteria mammosa</i> € δ		Galán de día	Cm, Me, Or	N	P o C
130 Solanaceae	<i>Cestrum diurnum</i> €		Galán de noche	Or	I	P
131 Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i> € δ	Ak'ab yon	Guácimo	Or, Me	I	P o C
132 Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> €	Pixoy, Kabal-pixoy	Capulín	Or, Cb	I	C
133 Tiliaceae	<i>Muntingia calabura</i> †	Sak pixxoy	Hiedra roja	Cm, Me, So	N	P
134 Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> †			Cb, Me	N	P
135 Verbenaceae	<i>Clerodendrum speciosissimum</i> €	Jon bokil che'		Or	I	-
136 Verbenaceae	<i>Duranta repens</i> €	Yatax niik		Or, So	N	P
137 Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i> †			Or, So	N	C o P
138 Verbenaceae	<i>Vitex trifolia</i> †			Or, So	N	C
139 Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i> †		Guayacón	Or, Me, So	N	P

Uso reportado: Cb - Combustible, Cm - Comestible (incluye condimenticio), Construcción, Cu - Cultural, Do - Doméstico, Me - Medicinal, Or - Ornamental, So - Sombra, § - Látex tóxico, ξ El aserrío de la madera es causa de intensas alergias y afecciones en las vías respiratorias; produce afecciones dérmicas muy serias en algunas personas.

Origen: † - Introducida, N - Nativa.

Follaje: C - Caducifolio, P - Perennifolio, ¥ - Puede ser caducifolio o perennifolio dependiendo de la disponibilidad de agua.

Especie mencionada en: δ Flores (1993), € Sosa y Flores (1993), † Orellana et al. (2001), ‡ Ayuntamiento de Mérida, § Observación directa.

