

**Diagnóstico del arbolado de la reserva ecológica «Cerro de Amalucan», ciudad de Puebla, México**



**Woodland diagnosis of ecological reserve «Cerro de Amalucan», City of Puebla, México**

**Revista Cubana de Ciencias Forestales  
Año 2016, Volumen 4, número 2**

**Francisco Domínguez Hernández<sup>1</sup>, José Antonio Acocal López<sup>2</sup>, Joaquín Esteban Medina<sup>1</sup>, Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna<sup>1</sup>, Verónica Torres Valencia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Profesor Investigador. Programa de Ingeniería Agroforestal, <sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida Universidad S/N, Barrio Benito Juárez, Tetela de Ocampo, Puebla, México. CP. 73640, email: [forestal\\_umar@hotmail.com](mailto:forestal_umar@hotmail.com), teléfono: +52 1 7971071312

<sup>2</sup>Estudiante. Programa de Ingeniería Agroforestal. Facultad de Ingeniería Agrohidráulica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. Becario VIEP-BUAP

**RESUMEN**

Los árboles, en parques urbanos, desempeñan un papel fundamental para la sostenibilidad de las ciudades. El árbol urbano es paisaje de una ciudad, brinda beneficios ambientales, estéticos, paisajísticos, recreativos, culturales y económicos. El objetivo del estudio fue evaluar el estado actual del arbolado en la Reserva Ecológica Cerro de Amalucan (RECA), en la ciudad de Puebla, México; se aplicó un diagnóstico dasométrico forestal, mediante un muestreo en el área. Se establecieron 17 sitios de muestreo de 1,000 m<sup>2</sup> de área, diseño completamente al azar con datos dasométricos. Los resultados fueron de 183,5 árboles promedio por hectárea, donde las especies más dominantes fueron el *Eucalyptus* sp con un 61,5% de existencias reales, *Cupressus Lindleyi* con el 22,2%, *Juniperus deppeana* con el 6,8%, *Ipomea murocoides* con un 2,9% de la población total, lo que coincide con *Eysenhardtia polystachya*, *Juniperus flávida*, con un 1,6%, *Cupressus sempervirens* con un 0,96%, *Casuarina equisetifolia* y *Pinus patula* con el 0,64%. Se caracterizaron como

**ABSTRACT**

Trees in urban parks play a role for the sustainability of cities. The tree in urban landscape of a city provides environmental, aesthetic, scenic, recreational, cultural and economic benefits. The aim of the study was to assess the current state of woodland in the Cerro Ecological Reserve Amalucan (RECA), in the city of Puebla, Mexico; a forest dasometric diagnosis was applied by sampling in the area. 17 sampling sites area of 1000 m<sup>2</sup>, completely randomized design with dasometric data were established. The results were averaged 183.5 trees per hectare where the most dominant species were *Eucalyptus* sp with 61.5% of actual stocks, *Cupressus Lindleyi* with 22.2%, with 6.8% *Juniperus deppeana*, *Ipomea murocoides* with 2.9% of the total population, which coincides with *Eysenhardtia polystachya*, *Juniperus flaccid*, with 1.6%, with 0.96% *Cupressus sempervirens*, *Casuarina equisetifolia* and *Pinus patula* with 0.64%. *Eucalyptus* sp: The following were characterized as exotic tree species. Y *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus lindleyi*,

**Revista Cubana de Ciencias Forestales, 4(2):141-148**

Disponibile en: <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/165>

especies arbóreas exóticas las siguientes: *Eucalyptus* sp. Y *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus lindleyi*, *Cupressus sempervirens* y *Pinus patula*. Especies nativas: *Juniperus deppeana*, *Ipomea murocoides*, *Eysenhardtia polystachya* y *Juniperus flávida*. Áreas para manejar son: 20 hectáreas de reforestación para restauración, en 75 hectáreas se realizará plantaciones de protección en las áreas propensas a invasión y conservación de especies y en la zona de recreación con 40 hectáreas para realizar atletismo, recorridos ecológicos, ciclo vías y esparcimiento.

**Palabras clave:** Inventario forestal, sitio de muestreo, área natural protegida, dasometría.

---

## INTRODUCCIÓN

El nicho más grande para la sobrevivencia del hombre es la ciudad, un entorno artificialmente creado por el mismo hombre para la satisfacción de ciertas necesidades, si bien, las urbes contemporáneas no son consideradas parte de la naturaleza, son dependientes de las condiciones del medioambiente (Ramírez y Sánchez, 2009).

Se han creado alternativas para mitigar la contaminación del aire, como la creación de áreas verdes urbanas, el manejo del arbolado urbano, la declaración de nuevas áreas naturales protegidas y reservas ecológicas a nivel nacional, estatal y municipal. Al igual que en las zonas de vegetación natural, los árboles de los parques y bosques urbanos son una parte importante del sistema de vida de la naturaleza y desempeñan un papel fundamental en la sostenibilidad de los núcleos urbanos (Alanís *et al.*, 2014).

El árbol urbano es un elemento fundamental en el paisaje de una ciudad, pues brinda diversos beneficios de orden ambiental, estético, paisajístico, recreativo, social y

*Cupressus sempervirens* and *Pinus patula*. Native species: *Juniperus deppeana*, *Ipomea murocoides*, *Juniperus Eysenhardtia polystachya* and *flabby*. Areas to handle are: 20 hectares of reforestation for restoration, on 75 hectares plantations protection will take place in areas prone to invasion and species conservation and recreation area with 40 hectares for athletics, ecological tours, bike paths and recreation.

**Key words:** forest inventory, showing sites, protected natural area, dasometric.

---

económico. La influencia de las reservas ecológicas hacia una sociedad se traduce en un interés indispensable para mejorar la calidad de vida y promover la biodiversidad; esto nos lleva a un avance armónico como sociedad, y de impulso como una urbanización sustentable; nos conlleva a sensibilizarnos con el medioambiente ya que por naturaleza somos parte de la misma secuencia.

Es evidente ver masas arboladas con especies altamente representadas o con elevadas densidades de plantación, que provocan que los árboles presenten deformaciones por la búsqueda de luz o bien estén suprimidos o debilitados por la falta de un abasto suficiente de agua y nutrientes minerales, lo que los predispone a una infestación por agentes bióticos nocivos (Benavides y Fernández, 2012).

Sin embargo, este tipo de zonas que debieran ser protegidas, mantenidas y cuidadas son, por el contrario, reducidas cada vez más, hasta desaparecer áreas completas sin una remota posibilidad de una pronta recuperación. (Arción DGI-CLEU, 2015). La Reserva Ecológica del Cerro de Amalucan es un área que la

convierte en un pulmón para la población de la capital y hábitat para la fauna.

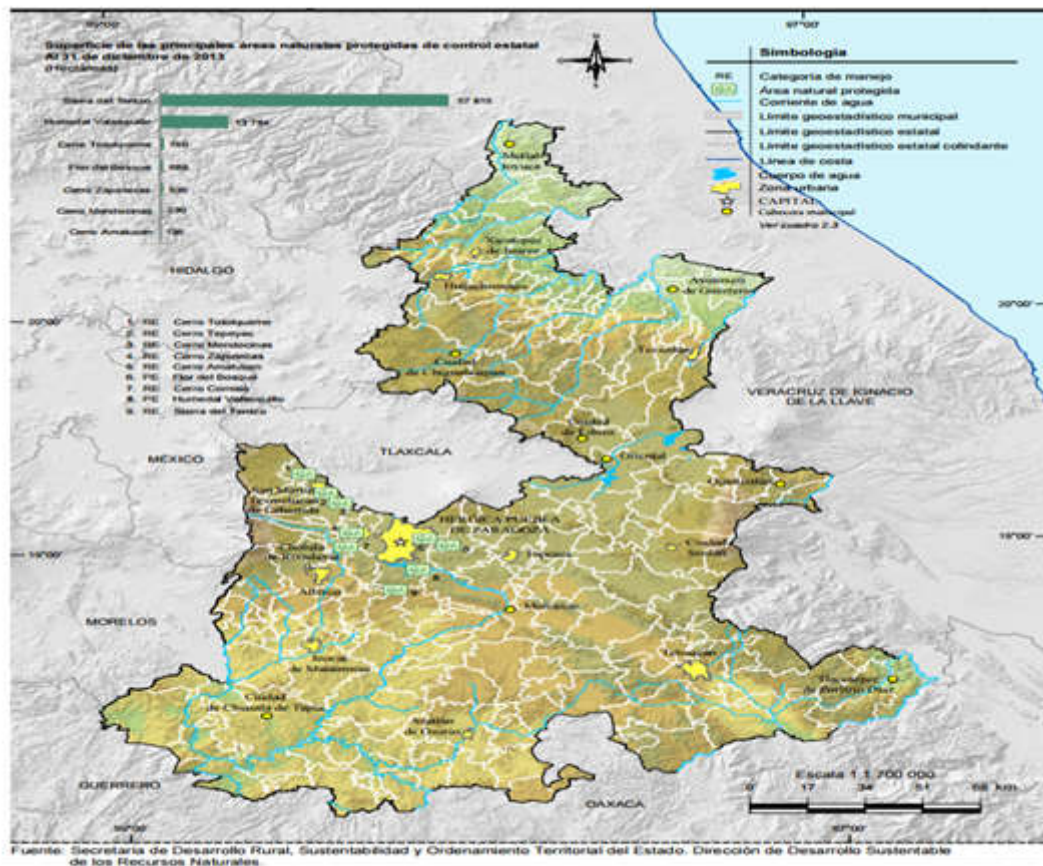
El objetivo del estudio es evaluar el estado actual del arbolado en la Reserva Ecológica Cerro de Amalucan (RECA), mediante la realización de un diagnóstico forestal, para proponer un manejo dasométrico de los diferentes espacios que integran la Reserva.

Al conocer el estado actual del arbolado de la Reserva Ecológica del Cerro de Amalucan, debe realizarse una propuesta para ser manejada mediante prácticas silviculturales que deben de considerarse bajo sus dimensiones biológicas, ecológicas, culturales, económicas y sociales, ya que cada árbol demanda un manejo adecuado

para lograr un óptimo desarrollo y de esta manera prolongar su estadio y los beneficios derivados del mismo. Mediante la aplicación de un muestreo diagnóstico, se establece la estructura dasométrica y composición silvícola actual del arbolado de la reserva ecológica del Cerro de Amalucan, en la Ciudad de Puebla, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Reserva Ecológica Cerro de Amalucan (RECA), municipio de Puebla, México, ubicada entre 19°02'36" y 19°03'11" latitud norte y entre 98°08'10" y 98°08'25" longitud oeste, a 2,300 metros sobre el nivel del mar (msnm); tiene una superficie de 135.90 ha. (Figura 1).



**Fig. 1.** Ubicación del área de estudio Reserva Ecológica Cerro de Amalucan

Se utilizó el Sistema de geoposición geográfica (GPS) para la ubicación de los sitios de muestreo; así como para la fase correspondiente a la georeferenciación de los límites

prediales, apoyo del Programa en Internet Google Earth con Imágenes de satelitales recientes para una mejor caracterización del predio, cuerdas, clinómetros, cintas métricas, cinta

diamétrica, programa de computo Excel Windows y formatos elaborados para el levantamiento de datos dasométricos.

Se seleccionaron 14 sitios de muestreo, cada uno con superficie de 1,000 m<sup>2</sup>, en los que se ejecutó un inventario dasométrico y se evaluó la calidad del arbolado, donde se determinaron las variables dasométricas: número de árboles, diámetro, altura, área basal, volumen, variables ecológicas y silvícolas como exposición, pendiente, altura sobre el nivel del mar, estructura y composición de especies.

Se utilizó un diseño de muestreo aleatorio simple (Mostacedo y Fredericksen, 2000); este tipo de muestreo se emplea cuando se dispone de poca información previa, acerca de las características de la población a medirse.

El área de muestreo se estimó con la ecuación:  $AM = IM \times AT / 100$ , donde: AM es el área total muestreada, IM es la intensidad de muestreo, AT es el área total para muestrear (Tejada y Arévalo, 2004). Para estimar las variables dasométricas de área basal y volumen se consideraron las siguientes fórmulas (Arteaga y Castelán, 2008): *Área basal*

$(A) = 3.1416 \cdot (DAP/2)^2$ , donde: DAP= Diámetro Altura de Pecho a 1.30 m. *Volumen (V) = A\*H\*F*. Se expresa en m<sup>3</sup>/sitio, hectárea o rodal, donde: A = Área basal, H = Altura fustal o total del árbol y F = Factor de forma o corrección, estimado para las especies localizadas.

## RESULTADOS

El muestreo diagnóstico determinó que las especies dominantes en composición de arbolado, son *Eucalyptus* sp. (61,5%), *Cupressus Lindley* (22,2%), *Juniperus deppeana* (6,8%) e *Ipomea murocoide* (2,9%) (Figura 2). La suma total de árboles en los 17 sitios fue de 312 árboles y, al realizar una extrapolación, el total de árboles en las 135,9 ha. fue de 24,941.64 árboles con una densidad de 0.018352 árboles por m<sup>2</sup>. La relación estimada de los parámetros dasométricos demostraron que la especie con mayor DAP es *Eucalyptus* sp. con 34,65 cm. distribuida en forma descendente, de la siguiente forma: *Juniperus flácida* con 21,8 cm., *Juniperus deppeana* con 18,26 cm., *Eysenhardtia polystachya* con 12,33 cm. El volumen total de árboles por hectárea fue de 91,47 m<sup>3</sup>/ha.

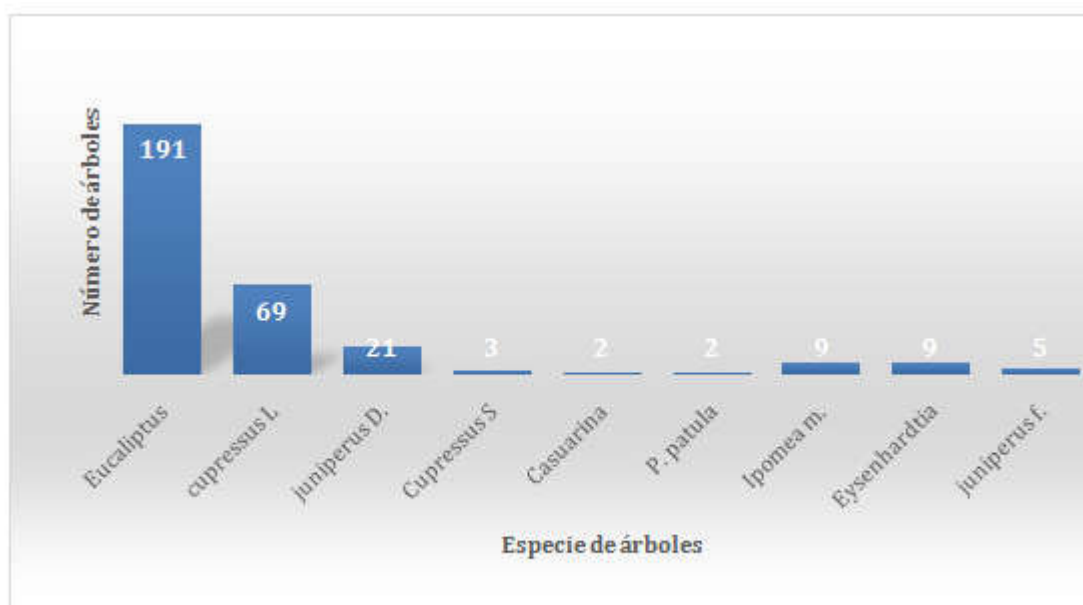


Fig. 2. Número de árboles en la Reserva Cerro de Amalucan

El análisis estadístico, al aplicar la significancia ( $Pr > F < .0001$ ) entre las Prueba de Duncan, indicó que existe variables DAP, H y V. El inventario

dasométrico demuestra que la masa arbórea, en el estrato, dominante, la compone la especie *Eucalyptus* sp., con 61,5% de población total; es una especie madura porque tiene una media de 34,65 cm. de DAP y una altura media total de 16,32 m.; esto tiene un impacto ecológico en la zona, compitiendo por nutrientes y agua. Mientras que la especie *Cupressus Lindleyi*, con el 22,2% de población total, con un diámetro de 7,9 cm. y con una altura promedio de 3,26 m., se observó que esta especie es joven, utilizada para la reforestación, adaptándose al suelo y espacio con *Eucalyptus* sp.

Se caracterizaron como especies arbóreas introducidas *Eucalyptus* sp., *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus lindleyi*, *Cupressus sempervirens* y *Pinus patula*. Las especies nativas inventariadas fueron: *Juniperus deppeana*, *Ipomea mucronoides*, *Eysenhardtia polystachya* y *Juniperus flacida*.

Las áreas definidas para el desarrollo de la Reserva Ecológica Cerro de Amalucan son: Restauración: Con reforestación de 20 ha., con brinzales del género *Pinus*, ya que en esta etapa de desarrollo del

árbol, que está entre plántula y árbol joven, usualmente se aplica cuando se tiene una altura de 0,20 a 1,37 m., por lo tanto, esta fase, es más adaptable a las condiciones ambientales del sitio final de plantación.

El área de Protección de la Reserva Ecológica, que son zonas propensas a invasión por la población sin hogar, y se requieren para la conservación de las especies nativas, con una superficie de 75 ha. Por último, la zona de recreación, teniendo para ello 40 ha, con el objetivo de realizar actividades deportivas, recorridos ecológicos, ciclo vías y áreas de esparcimiento.

Se observó que el diámetro promedio para las especies se comportó de la siguiente forma: *Eucalyptus* sp., con 34,65cm., *Juniperus flacida* con 21,8cm., *Juniperus deppeana* con 18.26 cm., *Eysenhardtia polystachya* con 12,33 cm., *Ipomea mucronoides* con 9.8 cm., *Cupressus lindleyi* con 7,9 cm., *Casuarina equisetifolia* con 6.5 cm., *Cupressus sempervirens* con un 4 cm. y la especie *Pinus patula* con 3,5 cm. de diámetro, como se observa en la Figura 3.

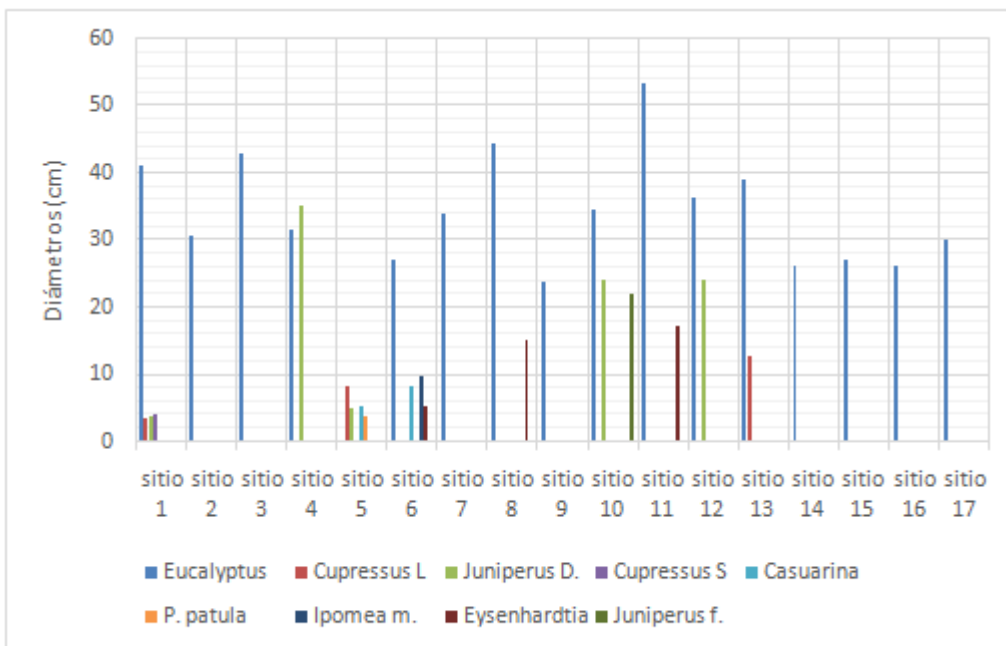


Fig. 3. Valores promedios de diámetros normales en los sitios de muestreo

Los resultados de la evaluación de la variable dasométrica área basal se presentan en la Figura 4.

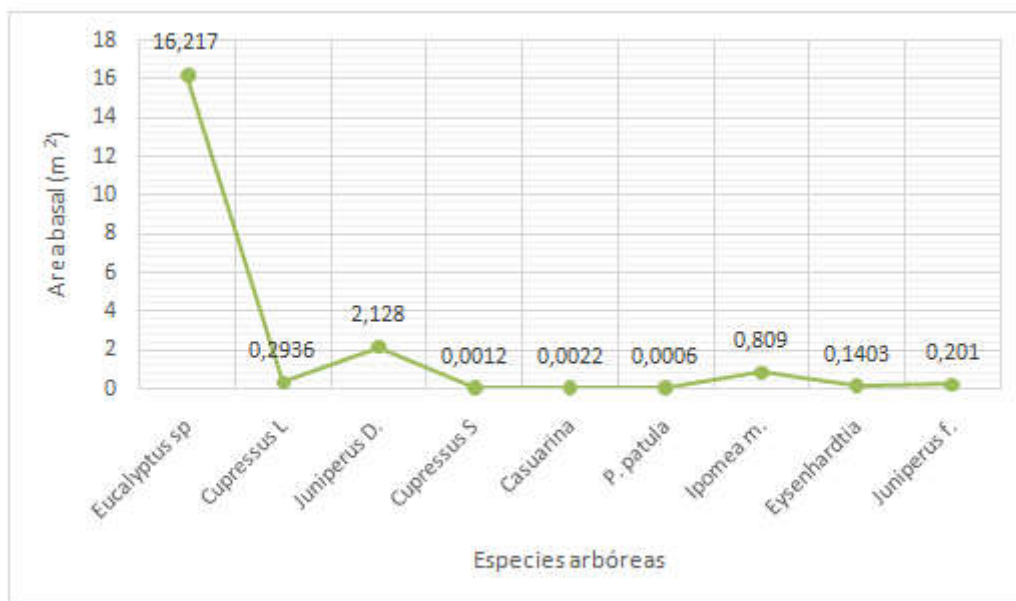


Fig. 4. Área basal por especie (m<sup>2</sup>)

## DISCUSIÓN

Las áreas verdes constituyen uno de los mecanismos que coadyuvan a la sostenibilidad en las ciudades. Sus aportaciones no solo se asocian al ambiente natural, sino que contribuyen a crear una interacción social más saludable (Pérez y López, 2015).

En el caso de Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de otras Metrópolis, como son las Ciudades de México, Guadalajara, Mérida y Monterrey, donde se contabilizan en promedio del orden de 120 especies arbóreas por ha. y se presentan herbáceas y arbustivas en el sotobosque, se realizan acciones de reforestación, restauración y manejo forestal sostenible de las ANP's.

En cambio, en la Ciudad de Puebla es evidente el deterioro de esta ANP's, que está sujeta a fuerte presión de uso urbano y habitacional por las cuatro posiciones, disminuyendo el capital arbóreo de manera continua. Existen otras ANP's en el área urbana que sí realizan un manejo silvícola adecuado, pero son áreas de intereses políticos y económicos como las zonas aledañas a la Ciudad de México y al Estado de Tlaxcala (Parque Nacional Izta-Popo y

La Malinche). Benavides y Fernández (2012) determinaron una densidad promedio de árboles de 295/ha.; un valor promedio de cobertura de copa por árbol de 27,19 m<sup>2</sup> y la cubierta del dosel excede 80% de la superficie, mientras que el valor promedio de área basal por árbol fue de 0,10 m<sup>2</sup> y los fustes ocupan 0,32% de dicha superficie. Los datos de este trabajo servirán como un indicador básico y una referencia para futuros trabajos de investigación y caracterización de masas arboladas urbanas, lo cual es fundamental para sustentar el manejo que requieren los bosques urbanos de las ciudades de México.

De acuerdo con la información técnica que se obtuvo en campo, mediante el muestreo diagnóstico, con la aplicación del inventario y de los resultados obtenidos se concluye que: El inventario realizado demuestra que la masa arbórea, en el estrato dominante, la compone la especie *Eucalyptus sp* 61,5% dentro de la población total, especie joven usada en la reforestación.

El bosque permanece sin un plan técnico de manejo y conservación desde hace varios años, además que la Reserva Ecológica Cerro de Amalucan es una de

las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) en México, que tiene el decreto de protección, pero no recibe incentivos o apoyo económico para su manejo, conservación y protección de manera sostenible, en comparación con otras ANP's, que sí realizan el manejo forestal de arbolado urbano de manera eficiente.

Las áreas propuestas para el desarrollo de la RECA son tres zonas: Restauración con 20 ha., con reforestación de brinzales adecuados al suelo, protección en las áreas propensas a invasión y conservación de las especies nativas en 75 ha., y la zona de recreación en 40 ha. para realizar atletismo, recorridos ecológicos, ciclo de vías y áreas de esparcimiento para la sociedad urbana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., MORA, O. J., CANIZALES, P. y ROCHA, L. Estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario del noroeste de México. Revista Iberoamericana de Ciencias. 2014. Vol. 1, Núm. 7. Pp. 93-101.
- BENAVIDES MEZA, H. M. y FERNÁNDEZ GRANDIZO, D. Y. Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec. Revista *Madera y Bosques*, 2012, **18**(2), 51-71 ISSN: 1405-0471.
- COLECTIVO ARCIÓN DGI-CLEU. Victimización del cerro de Amalucan y del Parque Ecológico. 20 de Febrero de 2015. Fecha de consulta: 17 de Junio de 2016. Consultado en: <http://revista.cleu.edu.mx/new/descargas/1502/3%20Victimizaci%C3%B3n%20del%20cerro%20de%20Amalucan%20y%20parque%20Ecol%C3%B3gico.pdf>
- MOSTACEDO, B., FREDERICKSEN, T. S. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. 2000. 114 pág.
- PÉREZ-MEDINA, S. y LÓPEZ-FALFÁN, I. Áreas verdes y arbolado en Mérida, Yucatán. Hacia una sostenibilidad urbana., Economía, Sociedad y Territorio, 2015, Vol. VX(47), 1-33.
- RAMÍREZ, T. A. y SÁNCHEZ, N. J.M. 2009. Enfoques de desarrollo sostenible y urbanismo, Revista Digital Universitaria (EN LINEA). Vol. 10, Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art42/int42.htm>>issn:1607\_6079
- TEJADA, M., y ARÉVALO, A... Guía práctica Manejo del bosque secundario del norte de esmeraldas. Corporación de manejo forestal sustentable (COMAFORS). Quito, Ecuador. 2003. Pp. 48-65.

---

**Recibido:** julio 2015.

**Aprobado:** octubre 2015.

*Francisco Domínguez Hernández.* Profesor Investigador. Programa de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida Universidad S/N, Barrio Benito Juárez, Tetela de Ocampo, Puebla, México. CP. 73640, email: [forestal\\_umar@hotmail.com](mailto:forestal_umar@hotmail.com), teléfono: +52 1 7971071312