

Árboles notables: un aporte a la belleza escénica de la ciudad de Cali (Colombia)

Notable trees: a contribution to the scenic beauty of the Cali city (Colombia)

Derlyn Johanna Solano López¹; Jairo Mora-Delgado² y Guillermo Duque³

¹Consultora Forestal, Universidad del Valle, Cali.; ²Profesor Titular, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Universidad del Tolima, Ibagué; ³Profesor asociado, Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

hannasoll33@hotmail.com

Resumen

Introducción: La belleza escénica es reconocida como un servicio del ecosistema cultural cuyo valor estético se percibe en un nivel de paisaje holístico. **Objetivo:** Este estudio tuvo como objetivo la medición de variables dasométricas de individuos seleccionados como árboles notables, correspondientes a las especies Albizia saman y Ceiba pentandra en dos escenarios. **Materiales y métodos:** se realizaron mediciones en dos áreas del área urbana de la ciudad de Cali (Colombia): ubicaciones de la ciudad y el campus Meléndez de la Universidad del Valle. Un análisis estadístico descriptivo con el software Infostat de las variables dasométricas fue realizado de las dos especies objeto de estudio. **Resultados:** Los individuos forestales estudiados corresponden a Árboles Notables declarados en el municipio de Santiago de Cali, representando el 35,47% y 32,09% de los declarados como tales. Se presentaron diferencias para cada una de las especies ($p < 0,05$), en función de los espacios establecidos, aunque sus dimensiones eran las esperadas dado el estado maduro y de desarrollo que fue uno de los criterios en la elección de los individuos forestales para su clasificación como Árboles Notables. **Conclusión:** Este estudio se podrá utilizar como base para emprender proyectos planificación y manejo del componente arbóreo en la ciudad que contribuyan a la gestión integral de la belleza escénica de Cali.

Palabras clave: Servicios ecosistémicos; reforestación; ornato, forestería.

Abstract

Introduction: Scenic beauty is recognized as a cultural ecosystem service whose aesthetic value is perceived at a holistic landscape level. **Objective,** This study aimed to measurement of dasometric variables of individuals selected as Notable Trees, corresponding to the species Albizia saman and Ceiba pentandra in two sceneries. **Materials and Methods:** measurements were carried out in two areas of the urban area of the city of Cali (Colombia): city locations and the Meléndez campus of the Universidad del Valle. A descriptive statistical analysis with the Infostat software of the dasometric variables was performed on the two species under study. **Results:** The forest individuals studied correspond to Notable Trees declared in the municipality of Santiago de Cali, representing 35.47%

and 32.09% of those declared as such. Statistical differences were presented for each of the species ($p < 0.05$), depending on the established spaces, although their dimensions were as expected given the mature and developmental state that was one of the criteria in the choice of forest individuals for classification as Notable Trees. Conclusion: This study can be used as a basis for undertaking planning and management projects for the tree component in cities that contribute to the comprehensive management of the scenic beauty of Cali.

Keywords: Ecosystem services; reforestation; ornament, forestry

Introducción

La cobertura arbórea no solo aporta oxígeno y almacena carbono, también constituye un elemento medular de la belleza escénica, la cual es considerada como uno de los servicios ecosistémicos culturales (SEC). Estos servicios contribuyen al bienestar humano, la salud pública y las experiencias psicológicas, por lo cual son muy apreciados por las personas y, en muchos casos, son aún mejor reconocidos que otros servicios ecosistémicos. Sin embargo, el problema es que muchos SEC son difíciles de cuantificar o su valor es demasiado complejo para evaluar y mapear (Kopperoinen et al., 2017); una manera indirecta, es medir las características de la cobertura forestal, bajo el supuesto que a mayor cobertura forestal en los espacios públicos, se brinda una mayor belleza escénica.

Por otra parte, es sabido que las coberturas boscosas en el mundo están reduciéndose a pasos agigantados, lo cual hace que se incrementen los gases de efecto invernadero y se acelere el cambio climático en el planeta (Adekunle, Olagoke y Akindele, 2013; Vargas y Yáñez, 2004). Una de las causas de dicho incremento es la disminución de la cobertura forestal en el mundo, asociada a la expansión de la frontera agrícola y minera; así, en el período 2000-2010 se registró una pérdida anual neta de bosques de 7 millones de hectáreas en los países del trópico y un incremento anual neto de los

zonas de expansión agrícola de 6 millones de hectáreas; dichas pérdidas se presentaron en mayor proporción en los países en desarrollo (FAO, 2016).

Los Bosques secos tropicales (Bs-T) prestan múltiples beneficios para la población y el ambiente en su cobertura que generalmente se ubica entre los 0 – 1000 m.s.n.m. (Instituto Alexander Von Humboldt, 1998); sin embargo, es uno de los ecosistemas más impactados en el planeta (Carvajal, 2008; Ruiz & Fandiño, 2009) y es muy poco lo que conocemos sobre este bosque (Pizano y García, 2014). En Colombia ha sido deforestado desde antes del año 1500, cuando quedaba un poco más del 60% de la cobertura original (Etter et al. 2008). Ya para el año 2010 se estimaba un remanente de 17% de bosques y arbustales en el Caribe colombiano y se proyectaba que para el año 2020 quedarían tan sólo el 11% (Burbano-Girón 2013).

Una parte importante del Bs-T se encuentra ubicado en el Valle del Cauca, pero estas coberturas han sido gravemente transformadas, quedando fragmentadas en pequeñas representaciones boscosas y árboles aislados en los diferentes municipios (Torres, et al, 2012). En el casco urbano de Cali, se conserva un gran número de ejemplares de árboles típicos de este ecosistema, catalogados como Árboles Notables (DAGMA & Fun&agua, 2016). Esta categoría de corresponder a aquellos ejemplares “que han adquirido un reconocimiento por su porte, tamaño, volumen, longevidad, valores

escénicos, importancia botánica o representan punto de referencia e identidad para la ciudad, los cuales han sido integrados al paisaje urbano a través de la historia y revisten importancia desde el punto de vista ambiental, paisajístico, urbanístico, estético o afectivo. Del mismo modo, señala que se encuentra de gran importancia ecosistémica las especies *Ceiba* y *Samán*, así como también algunas especies de palmas nativas propias del Bosque seco Tropical” (Alcaldía Santiago de Cali. 2019b). Su distribución en espacio urbano corresponde a diferentes emplazamientos como separadores viales, andenes, glorietas, parques zonales o de barrio y plazas públicas.

La declaración de Árboles Notables, es el resultado de un proceso realizado por el DAGMA a través del Contrato N° 4133.0.26.1.669-2016 con la Fundación Agua viva FUN&AGUA, en el cual se hizo la identificación de doscientos noventa y seis (296) individuos forestales en las 22 comunas del municipio de Santiago de Cali. Dicho proceso inició con el reconocimiento en campo de los árboles registrados en el censo arbóreo desarrollado en años anteriores por la CVC y la Universidad Autónoma de Occidente. A su vez, en la Sede Meléndez de la Universidad del Valle, bajo el programa de Manejo Silvicultural de la flora de los campus de la misma, se llevó a cabo el proceso de declaración inicial de ciento veinticuatro (124) individuos forestales como árboles notables.

En tales espacios, la importancia de los árboles y su conservación juega un papel fundamental para el mejoramiento del hábitat y la generación de SEC. Borelli, Conigliaro y Pineda (2018) hablando de los bosques urbanos en el contexto de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 11, resaltan la importancia de los espacios verdes para mejorar el nivel de vida en las ciudades, aumentar la cohesión de la comunidad, mejorar el bienestar y la salud humanos y garantizar el desarrollo sostenible.

En términos prácticos, se dice que en el pasado los árboles en zonas urbanas eran considerados principalmente por el beneficio estético u ornamental; pero, hoy en día los árboles se consideran como elementos que presentan múltiples beneficios, tales como la absorción de contaminantes, reducción del ruido del tráfico, barreras cortaviento, refugio de fauna, reducción de la radiación solar a través de la sombra y la evapotranspiración, entre otros (Alvarado, Guajardo y Devia, 2014)

Así, el presente estudio tuvo como objetivo cuantificar la magnitud de los árboles notables en los espacios públicos urbanos mediante el análisis de las variables dasométricas de dos especies de mayor proporción dentro de la clasificación de los doscientos noventa y seis (296) árboles notables clasificados en el municipio de Santiago de Cali (DAGMA & Fun&agua, 2016). Con ello se pretende contribuir en el análisis del estado y preservación de estas dos especies típicas del Bs-T, como son *Ceiba pentandra* y *Albizia samán* y a un avance en el conocimiento de este instrumento de la belleza escénica.

Materiales y métodos

El área de estudio corresponde al casco urbano del municipio de Santiago de Cali con coordenadas 3°26'24"N 76°31'11"O, ubicado en el departamento del Valle del Cauca; dentro del casco urbano existen diferentes campus universitarios, entre los cuales el de la Universidad del Valle es el más importante (Figura 1).

Por extensión Cali es la segunda ciudad más grande del país al poseer un área de 564 km² y una longitud de 17 km de Sur a Norte y 12 km de Oriente a Occidente; presenta una altitud 995 m s.n.m y un clima 23 °C (Alcaldía Santiago de Cali, 2017).

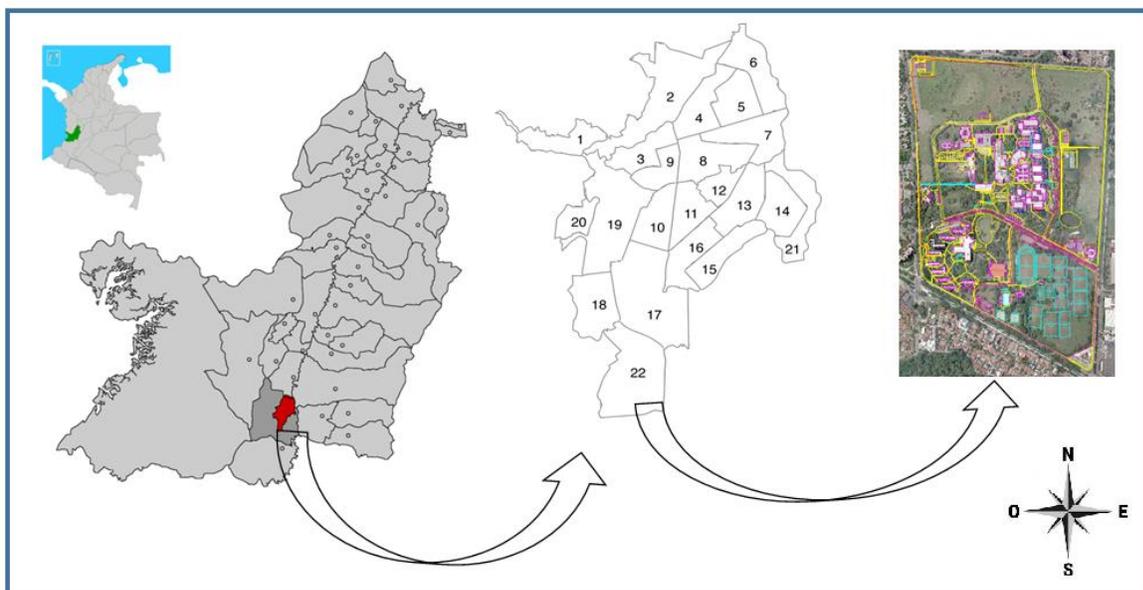


Figura 1. Localización de la ciudad de Cali en el departamento del Valle del Cauca (Colombia) y distribución de comunas, dentro de las cuales se destaca la 22 donde se localiza el campus de la Universidad del Valle.

Según cifras del Censo arbóreo, desarrollado por la CVC (2015) en Convenio con la Universidad Autónoma de Occidente y el DAGMA, el municipio de Santiago de Cali, incluyendo algunas universidades, contaba en el año 2015 con 296,499 individuos forestales. Esta cifra se desagregaba en 88 familias botánicas, 302 géneros y 474 especies, siendo los árboles el biotipo dominante, seguido por los arbustos (Universidad del Valle, 2015; Alcaldía Santiago de Cali, 2019) distribuidos en las 22 comunas de la ciudad. Por su parte, la Sede Meléndez de la Universidad del Valle, aporta a dicha cantidad el 2% correspondiente a 5,680 individuos forestales aproximadamente, convirtiéndose por tanto en uno de los pocos relictos de bosque seco tropical semi-intervenido en el departamento del Valle del Cauca (Alcaldía Santiago de Cali, 2019).

El área de estudio corresponde a los espacios arbolados en emplazamientos de la zona urbana pública de la ciudad de Cali y los árboles ubicados en la Sede Meléndez de la Universidad

del Valle. Se parte del supuesto que las dos zonas de estudio presentan diferencias en la intensidad de intervención, dado un mayor grado de afectación de los árboles ubicados en los emplazamientos públicos (parques, separadores de avenidas y andenes) respecto a las plantaciones en el campus universitario de Meléndez de la Universidad del Valle.

Posteriormente, a con base al estudio en mención y de acuerdo con este proceso de clasificación de los árboles notables, realizado por el DAGMA, se realizó el análisis de los mismos. Para ello, se analizaron sus variables dasométricas correspondientes a altura H (m), usando un hipsómetro Suunto; el diámetro a la altura de pecho DAP (m), con el uso de una cinta diamétrica, y el Diámetro de copa DC (m) con una cinta métrica, tomando de cada árbol dos diámetros de manera perpendicular y promediando las dos medidas. Una vez obtenidos los datos de las dos zonas, se diseñó la base de datos de las variables dasométricas n una hoja de cálculo Excel, con el fin de realizar el análisis de las mismas mediante estadística

descriptiva a través del software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008). Una prueba de “t” de *student* fue empleada para detectar diferencia de medias entre privaciones en los dos espacios analizados.

Resultados

La mayoría de los individuos forestales seleccionados como árboles notables en los emplazamientos de la ciudad de Cali, corresponden a las especies *Albizia samán* (105 individuos forestales) y *Ceiba pentandra* (95 individuos forestales) con el 35% y 31.67%, respectivamente, lo cual resalta la importancia de las mismas. Seguido del *Schizolobium parahyba* (15 individuos forestales) con el 5% y *Enterolobium cyclocarpum* (10 individuos forestales) con el 3.33%. Cabe resaltar que el 23.98% de las especies restantes se encuentran representadas por menos de 6 individuos forestales.

Por su parte, en el campus de Meléndez de la Universidad del Valle, el 47.58% de los individuos forestales seleccionados como árboles notables corresponden a las especies *Albizia samán* (59 individuos forestales) y *Ceiba*

pentandra (15 individuos forestales) con el 12.10%, resaltándose la importancia de las mismas. Seguido de *Enterolobium cyclocarpum* (10 individuos forestales) con el 8.06%, *Anacardium excelsum* (8 individuos forestales) con el 6.45% y *Cedrela odorata* (5 individuos forestales) con el 4.03%. Cabe resaltar que el 21.72% de las especies restantes se encuentran representadas por menos de 3 individuos forestales.

En algunas de estas comunas (p.ej. 1, 8, 12, 15) no fue encontrado algún individuo forestal como notable, por lo cual aquí no se hizo la declaratoria de árboles notables (figura 2).

Tabla1. Especies seleccionadas en la declaración de árboles notables en las zonas de estudio.

Nombre científico	Meléndez Univalle		Emplazamientos Cali	
	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
<i>Adansonia sp</i>	1	0.81		0.00
<i>Albizia coriaria</i>		0.00	1	0.33
<i>Albizia guachapela</i>		0.00	5	1.67
<i>Albizia saman</i>	59	47.58	105	35.00
<i>Anacardium excelsum</i>	8	6.45	5	1.67
<i>Andira inermis</i>		0.00	1	0.33
<i>Attalea butyracea</i>		0.00	6	2.00
<i>Bulnesia carrapo</i>		0.00	1	0.33
<i>Caesalpinia coriaria</i>		0.00	1	0.33
<i>Cassia grandis</i>		0.00	1	0.33

<i>Cecropia angustifolia</i>	2	1.61		4	1.33
<i>Cedrela odorata</i>	5	4.03	1		0.33
<i>Ceiba pentandra</i>	15	12.10		95	31.67
<i>Ceiba samauma</i>		0.00		3	1.00
<i>Ceiba speciosa</i>	3	2.42			0.00
<i>Citharexylum kunthianum</i>	1	0.81			0.00
<i>Couropita guianensis</i>		0.00		2	0.67
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	10	8.06		10	3.33
<i>Eucaliptus degleupta</i>		0.00		2	0.67
<i>Ficus benghalensis</i>		0.00		2	0.67
<i>Ficus benjamina</i>		0.00		3	1.00
<i>Ficus elástica</i>		0.00		6	2.00
<i>Ficus insípida</i>		0.00		1	0.33
<i>Ficus microcarpa</i>		0.00		5	1.67
<i>Guarea guidonia</i>	1	0.81			0.00
<i>Handroanthus ochraceus</i>	3	2.42			0.00
<i>Hura crepitans</i>	4	3.23		1	0.33
<i>Hymenaea courbaril</i>		0.00		1	0.33
<i>Jacaranda caucana</i>		0.00		1	0.33
<i>Kigelia africana</i>		0.00		1	0.33
<i>Mimosa trianae</i>	1	0.81			0.00
<i>Muntigia calabura</i>	1	0.81			0.00
<i>Ochroma pyramidale</i>	1	0.81			0.00
<i>Ormosia macrocalyx</i>		0.00		1	0.33
<i>Pachira quinata</i>	1	0.81			0.00
<i>Pandanus utilis</i>		0.00		1	0.33
<i>Phoenix dactylifera</i>		0.00		3	1.00
<i>Pimenta dioica</i>		0.00		1	0.33
<i>Platymiscium pinnatum</i>	1	0.81			0.00
<i>Polyalthia longifolia</i>		0.00		1	0.33
<i>Pterogyne nitens</i>	1	0.81			0.00
<i>Roystonea oleracea</i>		0.00		1	0.33
<i>Roystonea regia</i>		0.00		3	1.00
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	0.81		15	5.00
<i>Simarouba amara</i>		0.00		1	0.33
<i>Sterculia apetala</i>	1	0.81			0.00
<i>Swietenia macrophylla</i>		0.00		4	1.33
<i>Tabebuia ochracea</i>		0.00		1	0.33

<i>Tabebuia roseoalba</i>		0.00	2	0.67
<i>Terminalia amazonia</i>	3	2.42		0.00
<i>zyagrus sancona</i>	1	0.81	2	0.67
Total		124	300	

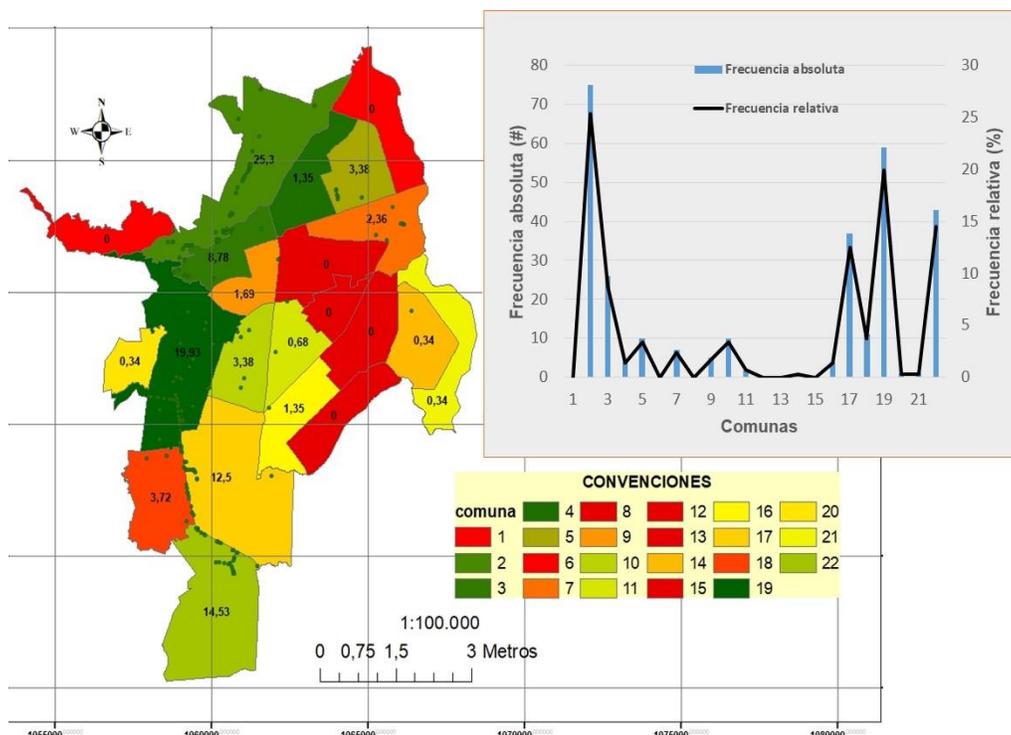


Figura 2. Plano de distribución en frecuencia relativa y absoluta de los individuos forestales por comuna

En las comunas 2, 19, 22 y 17, se concentra las mayores cantidades de los árboles notables declarados con el 25.34%, 19.93%, 14.53% y 12.50% respectivamente. Es en estos espacios donde se encuentra la mayor cobertura forestal de la ciudad según el censo arbóreo del año 2016.

De acuerdo con Figura 1, de ciento veinticuatro (124) árboles declarados, el 47.48% de los individuos pertenece a la especie *Albizia samán*, y el 12.10% corresponde a la especie *Ceiba pentandra*, teniendo en cuenta la importancia de las mismas y los parámetros declarados para la selección en las 22 comunas del municipio por parte de la entidad ambiental.

Ceiba pentandra

Se realizó la clasificación de los individuos forestales por clases diamétricas para cada una de las especies en estudio (Tabla 2). Los datos denotan que la mayor proporción de árboles son maduros dado que más del 84% de los individuos poseen DAP mayor a un metro; por el contrario, los datos sugieren individuos de menor edad en el campus de Meléndez de Univalle, lo cual es coherente con la edad de establecimiento posterior a los arboles notables de los emplazamientos en la ciudad de Cali.

Tabla 2. Individuos forestales de *Ceiba pentandra* y sus variables según clase diamétrica en las dos zonas de estudio

Zona	Parámetros	Clases diamétricas			Total
		0-1	1-2	>2	
Emplazamientos Cali	Frecuencia	9	75	7	91
	DAP (m)	0,87± 0,10	1,43 ± 0,24	2,29 ± 0,25	1,44±0,37
	H (m)	10,18±2,45	12,76±2,43	14,27±2,08	12,62±2,55
	Área dosel (m)	295,86±102,01	484,28±157,71	832,96±332,90	492,46±261,44
Meléndez Univalle	Frecuencia	8	7	-	15
	DAP (m)	0,88±0,11	1,47±0,27	-	1,16±0,36
	H (m)	15,50±3,74	14,07±3,17	-	14,8±3,44
	Area dosel (m)	236,84 ± 138,52	288,07 ±135,03	-	260,74±1354,6

DAP: Diámetro a altura de pecho (1,30 m); H: altura.

Fuente. Elaboración propia

Las medidas de dispersión y tendencia central de los parámetros dasométricos comparados entre las dos zonas mediante una prueba de “t” de *student* siguieron diferencias significativas. Así, es notoria el mayor valor de DAP ($p = 0.0069$) para los árboles notables de los emplazamientos en Cali, lo que probablemente se explica por una predominancia de individuos forestales de mayor edad respecto a los arboles del campus de Meléndez en la Univalle. En contraste, los individuos forestales fueron más altos en el Campus de Meléndez de Univalle ($p= 0.0039$). Es notoria la diferencia en el área de dosel

promedia ocupada por los árboles en los emplazamientos de la ciudad respecto a los doseles del Campus de Meléndez, siendo significativamente de mayor área ($p= 0.0001$) en los primeros respecto a los segundos.

Albizia saman

De acuerdo con la base de datos registrada en el procesos de medición de medidas de los individuos forestales y cálculos estadísticos de las poblaciones estudiadas en la Tabla 3 se describen las variables dasométricas de la especie Samán (*Albizia saman*)

Tabla 3. Individuos forestales de *Albizia saman* y sus variables según clase diamétrica en las dos zonas de estudio.

Zona	Parámetros	Clases diamétricas			Total
		0-1	1-2	>2	
Emplazamientos Cali	Frecuencia	21	78	6	105
	DAP (m)	0,91± 0,80	1,28 ± 0,19	2,29 ± 0,20	1,2±0,34
	H (m)	11,14±1,55	11,75±2,18	15,23±1,86	11,80±2,17
	Area dosel (m)	507,05±192,09	644,71±223,99	1063±528,45	647,80±268,41

	Frecuencia	40	19	-	59
Meléndez	DAP (m)	0,75±0,16	1,30±0,14	-	0,93±0,30
Univalle	H (m)	12,99±1,19	14,07±3,17	-	12,84±1,92
	Área dosel (m)	243,66 ± 138,64	326,52±139,98	-	270,32±143,29

DAP: Diámetro a altura de pecho (1,30 m); H: altura.

Fuente. Elaboración propia

Para *A. saman* las medidas de dispersión y tendencia central de los parámetros dasométricos comparados entre las dos zonas mediante una prueba de “t” de *student* mostraron diferencias significativas. Así, es notoria el mayor valor de DAP ($p = 0.0069$) para los árboles notables de los emplazamientos en Cali. También, es notoria la diferencia en el área de dosel promedio ocupada por los árboles en los emplazamientos de la ciudad respecto a los doseles del Campus de Meléndez, siendo significativamente de mayor área ($p: 0.0001$) en los primeros respecto a los segundos. Por el contrario, en la variable altura (H) los individuos forestales los mayores valores se presentaron en el Campus de Meléndez de Univalle ($p = 0.0039$).

De acuerdo a lo anterior, se denota para las dos especies, los mayores diámetros de DAP se tienen en aquellos árboles dispersos en los emplazamientos de la ciudad de Cali, mientras que son menores para la sede Meléndez, esto se debe a que los árboles en el primer espacio tienen mayor antigüedad en su establecimiento. Por su parte en cuanto a la variable altura, los datos son mayores en la Sede Meléndez debido a que se presenta competencia por luz, distancias de siembra que son menores, dando como resultado mayores alturas y menores dimensiones en su diámetro, situación igualmente implicada en la variable diámetro de copa y por tanto el área de dosel

La distribución por clases diamétricas para *Ceiba pentandra*, se encuentra en la Tabla 2, donde la clase diamétrica 1 – 2 m, presenta el mayor número de árboles en los Emplazamiento de

Cali, en cambio en el campus de Meléndez de Univalle, la distribución es más o menos similar entre las clases 0-1 y 1-2 m. La misma tendencia se ve en la distribución por clases diamétricas para *Albizia saman* (Tabla 3), donde la clase diamétrica 1 – 2 m, presenta el mayor número de árboles en los Emplazamiento de Cali y en el campus de Meléndez de Univalle, una mayor presencia de individuos forestales en la clase 0-1.

Dicha clasificación diamétrica permite conocer de manera indirecta el estado de los árboles en los paisajes, por tanto, puede inferirse que la población de árboles se encuentra en estado maduro por la cantidad de árboles con diámetros mayores a 1 m en los emplazamientos de Cali.

Discusión

No son muchos los estudios realizados con estas dos especies, sin embargo, sus características dasométricas pueden contrastarse con otras especies tropicales estudiadas.

Los valores de altura de las dos especies encontrados en este estudio son mucho menores a los encontrados por Moya y Muñoz (2010) en plantaciones más jóvenes de ocho especies comerciales monitoreadas Costa Rica, incluso; sin embargo, los DAP de *A. saman* y *C. pentandra* (0,99-1,44 m) son valores mucho más altos que los reportados para especies maderables en el estudio citado que oscilaron entre 0,18 y 0,37 m. También, Tenorio et al (2016) reportaron alturas mayores y DAP menores de otras cinco especies. Incluido una

variedad de saman (*Samanea saman*) presento una altura mayor (16,3 m) que la altura media reportada en este estudio y un DAP menor a las especies aquí estudiadas.

Los individuos forestales de la especie Samán y Ceiba se agrupan mayormente en las dos primeras clases diamétricas, es decir menores a 2m de DAP. Así, para la especie Samán de ciento cinco y cincuenta y nueve individuos forestales, presentes en las zonas Emplazamientos de Cali Meléndez de Univalle, respectivamente, más de las dos terceras partes de los árboles se encuentran en la clasificación de <2m DAP. Dicha situación se presenta también para la especie Ceiba, cuyos individuos forestales se agrupan en las dos primeras clases diamétricas, en las dos zonas. Por tanto, las poblaciones de árboles de las dos especies tienen gran potencial de permanencia y, dada la longevidad de las mismas, esto implica un potencial de ofrecer múltiples servicios ecosistémicos a su entorno durante muchos años (DAGMA & Fun&agua, 2016).

Probablemente los mayores valores de DAP para las dos especies en los emplazamientos de Cali, obedecen a la predominancia de individuos forestales de mayor edad respecto a los arboles del campus de Meléndez en la Univalle. Además, se verifica en las dos especies analizadas, que cuando los arboles crecen en terreno abierto, sin competencia ni perturbaciones, los árboles logran la forma típica de la especie; entre otras cosas, alcanzan un desarrollo completo y simétrico de su copa (Wabo, 1999). Para una especie, estos árboles son los que más cobertura de terreno logran. Los árboles de la misma especie que en cambio han crecido en competencia tendrán, para igual diámetro (DAP), copas menos desarrolladas y menos extendidas (menor cobertura). Para que esta competencia tenga lugar, los árboles involucrados debieron crecer sobre un terreno

con una mayor densidad de árboles que sus similares sin competencia.

Por otra parte, en este estudio se encontraron valores cercanos a medidas desométricas registradas en otros espacios geográficos; por ejemplo, valores de DAP en *A. saman* en una plantación en el campus de Burdwan, India, promediaron 0,83m con alturas medias de 15,85m (Chatterjee & Mukherjee, 2015). En Costa Rica, realizaron un análisis de los árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco, reportando para esta especie valores de 14,2m de altura H y 0,57m de DAP (Esquivel et al., 2003). Por su parte, los individuos forestales en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, México, reportaron valores respecto a altura H >25m (Ruiz, et al., 2016).

Para la especie *Ceiba pentandra*, las media de las variables dasométricas en el presente estudio fue un poco más alta a los datos registrados en otros estudios tanto en emplazamientos urbanos como en bosques de campus. Así, en el parque central de la Urbanización el Paraíso Puerto Rico, la altura fue de 10 m y un DAP de 0,48m (Nunci, et al., 2005). A su vez, en el campus de la escuela agrícola Panamericana Zamorano en Honduras, se reportó valores de 10,5 m de H y 0,59 m de DAP (Jauregui, 2016); mientras que el estudio de estructura y diversidad de la Reserva Natural de Nigeria, reportó una media un poco mayor que las anteriores de la variable altura de 11,67m, pero menor de DAP de 0,15 m (Adekunle et al., 2013). Hay que resaltar, que los individuos forestales en los Emplazamientos de la ciudad de Cali, se encuentran en su mayoría como árboles aislados dispersos, es decir, que no tienen problemas en cuanto a la competencia de luz, y que en muchas ocasiones se encuentran establecidos junto a redes de energía, lo que genera un cambio en su dinámica de crecimiento. En contraste, en el campus predominan la distribución en parches y

bosques con alta densidad de árboles, lo cual está relacionado con una mayor competencia por la radiación solar, lo que estimula un mayor crecimiento de los individuos forestales. Sin embargo, esta tendencia ha sido controversial, ya que hay estudios que afirman que, en cuanto a la altura y diámetro de los árboles individuales, no hay diferencia significativa con aquellos en bosques nativos o urbanos con regeneración propia, en la medida que el dap y la altura de árboles en un parque urbano son cercanos a los valores de árboles en bosques nativos de edad similar (Lugo, 2005; Nunci, et al., 2005).

Conclusiones

De acuerdo con la base de datos de los árboles notables declarados tanto por el DAGMA, como por la Universidad del Valle, las especies con mayor número de individuos forestales corresponde a las especies *Ceiba pentandra* y *Albizia saman*, representando el 35,47% y 32,09% (respectivamente) de los individuos forestales declarados, localizados en un 47,58% y 12,10% en la Sede Meléndez de la Universidad del Valle, respectivamente.

Las variables dasométricas analizadas, señalaron diferencias de las dos especies entre los dos espacios de estudio, dimensiones que eran esperadas, a pesar del estado maduro y desarrollo de los mismos, criterio usado en la elección de los individuos forestales para su clasificación como arboles notables.

Los individuos forestales se concentraron en mayor proporción en las dos primeras clases diamétricas, es decir menores a 2m de DAP y dada la longevidad de los mismos, tienen gran potencial de permanencia en su espacio, continuando con la prestación de los múltiples servicios ecosistémicos que seguirán prestando a su entorno.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira por el espacio de investigación en la Maestría en Ingeniería Ambiental; al Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios de la Universidad del Tolima por la asesoría científica de uno de los coautores y al Departamento Administrativo del Medioambiente DAGMA del municipio de Santiago de Cali, por el uso de información básica.

Referencias

- Adekunle, V. A. J., Olagoke, A., & Akindele, S. O. (2013). Tree Species Diversity and Structure of a Nigerian Strict Nature Reserve. *Tropical Ecology*, (0564–3295), 275–289.
- Alcaldía Santiago de Cali, (2017). Datos de Cali y el Valle del Cauca Consultado en: http://www.cali.gov.co/gobierno/publicaciones/227/datos_de_cali_y_el_valle_del_cauca/
- Alcaldía Santiago de Cali (2019) Censo arbóreo de Santiago de Cali. Consultado en Internet: <http://datos.cali.gov.co/dataset/censo-arboreo-de-santiago-de-cali>
- Alcaldía Santiago de Cali (2019b). Árboles notables en Santiago de Cali. Consultado en Internet: http://datos.cali.gov.co/zh_TW/dataset/arboles-notables-en-santiago-de-cali
- Alvarado, A., Guajardo, F., Devia, S, (2014). Manual de plantación de árboles en áreas urbanas. Corporación Nacional Forestal. Santiagode Chile. 94p.
- Carvajal, J. U. J. (2008). Reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en córdoba , colombia. *Tropical Conservation Science*, 1(4), 397–416.
- Corporación Autónoma del Valle del Cauca, CVC

- (2015) Censo arbóreo de Santiago de Cali. CVC - UAO - DAGMA. Convenio No 095 de 2013 y convenio NO 049 de 2014 entre la CVC y la Universidad Autónoma de Occidente. Cali. Recuperado de Internet. <https://www.datos.gov.co/widgets/nsp8-c6fb>
- Chatterjee, M., & Mukherjee, A. (2015). Carbon sequestration potential , its correlation with height and girth of selected trees in the Golapbag campus , Burdwan , west Bengal (India) and girth of selected trees in the Golapbag campus , burdwan , west bengal (india). *Indian J.Sci.Res.10, 1*(2250–0138), 53–57.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. (2008). InfoStat, versión 2018, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Borelli, S. Conigliaro M.yPineda F. (2018). Los bosques urbanos en el contexto global. *Unasylya Vol 69 (1)* 3-10
- Burbano-Girón, J. (2013). Modelamiento de la dispersión de Atelinos (Atelinae) a través de escenarios de cambio climático y fragmentación de hábitat en Colombia. Implicaciones en la conservación para la persistencia de las especies a futuro. Trabajo de Maestría en Ciencias –Biología. Universidad Nacional de Colombia.
- DAGMA, Fun&agua, 2016. Informe clasificación de árboles notables en las 22 comunas del municipio de Santiago de Cali.
- Dávalos, R. (1996). Importancia ecológico-económica del aprovechamiento de los bosques. *Madera y Bosques, 2*(2), 3–10. <https://doi.org/10.21829/myb.1996.221382>
- Esquivel, H., Ibrahim, M., Harvey, C. A., Villanueva, C., Benjamin, T., & Sinclair, F. L. (2003). Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforesteria en las Américas, 10*, 39–40.
- Etter, A., C. A. McAlpine, y H. Possingham. 2008. Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: a regionalized spatial approach. *Annals of the Association of American Geographers 98*:2–23.
- FAO. (2016). *Estado de los bosques del mundo, 2016*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i5850s.pdf>
- García, H., Corozo, G., Isaac, P. y Etter, A. (2014). *Distribución Y Estado Actual Del Bioma De Bosque Seco Tropical En Colombia: Insumos Para Su Gestión*. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, República de Colombia, Instituto Von Humboldt 2014 (Instituto). Bogotá. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/265964227_Distribucion_y_estado_actuaal_de_los_remanentes_del_bioma_de_Bosque_Seco_Tropical_en_Colombia_insumos_para_su_gestion
- Instituto Alexander Von Humboldt. (1998). El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia. 1–24. Retrieved from <http://media.utp.edu.co/ciebrege/archivos/bosque-seco-tropical/el-bosque-seco-tropical-en-colombia.pdf>
- Jauregui, K. (2016). Ecuaciones alométricas para estimar volumen y biomasa aérea de *Enterolobium cyclocarpum* y *Ceiba pentandra* en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5731/1/IAD-2016-T022.pdf>
- Kopperoinen L., Luque, S., Tenerelli, P., Zulian, G., and Viinikka, A. (2017) Mapping cultural ecosystem services. In: Burkhard, B and Maes J. (Eds) Mapping ecosystem

- services. Edition: Advanced Books doi: 10.3897/ab.e12837
- Moya R. y Muñoz, F. (2010). Physical and mechanical properties of eight fast-growing plantation species in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science* 22(3): 317-328
- Nunci, E., Marcano, H., Vicéns, I., Bortolamedi, G., Lugo, A. (2005). El bosque del parque central de la urbanización El Paraíso: estructura, composición de especies y crecimiento de árboles. *Acta Científica*, 19, 73–81.
- Pizano, C y García H. (Editores). (2014). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.
- Ruiz, O., Obrado, J., Sánchez, F., & Pérez, J., Sol, Sánchez, Á. (2016, February). Árboles maderables en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (14), 2711–2723. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i14.440>
- Ruiz, J., & Fandiño, M. C. (2009). Estado Del Bosque Seco Tropical E Importancia Relativa De Su Flora Leñosa , Islas De La Vieja Providencia Y Santa Catalina , Colombia , Caribe Suroccidental. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 33(126), 5–16.
- Tenorio, C., Moya, R., Salas. C. y Berroca A. (2016) Evaluation of wood properties from six native species of forest plantations in Costa Rica. *BOSQUE* 37(1): 71-84. DOI: 10.4067/S0717-92002016000100008
- Torres, A.; Adarve J.; Cárdenas, M.; Vargas, J.; Londoño, V; Rivera, K.; Home, J.; Duque, O; Gonzalez, A. (2012, December). Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, Vol. 13 (2) 26–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.21068/bc.v13i2.263>
- Universidad del Valle (2015) Convenio Interadministrativo No. 4132.0.27.1-002 de 2015. [file:///D:/DATOS/Downloads/Anexo_1_Diagn%C3%B3stico_PDM - 2016-2019%20\(3\).pdf](file:///D:/DATOS/Downloads/Anexo_1_Diagn%C3%B3stico_PDM_-_2016-2019%20(3).pdf).
- Vargas, A. & Yáñez, A. (2004). La Captura De Carbono En Bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental? *Gaceta Ecológica*, N° 70, 5–18.
- Wabo, E. (1999) Curso de Dasometría – Guía de Clases Estructura y Densidad - Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 11 p.