

REVISTA

PERSPECTIVAS

UFPS

Original Article

<https://doi.org/10.22463/25909215.4138>

Correlación de diámetro-altura de árboles en la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta

Correlation of diameter-height of trees at the Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta.

Alura Ginet Carreño-Romero^{1*}, Daniela Alejandra Mora-Alvarez², Alejandra María Serpa-Jiménez³

¹Estudiante de Ingeniería Ambiental, aluraginetcr@ufps.edu.co, ORCID: 0009-0006-2134-1797, Semillero de Investigación en Aplicación y Evaluación Matemática, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

²Estudiante de Ingeniería Ambiental, danielaalejandrara@ufps.edu.co, ORCID: 0000-0003-4120-6972, Semillero de Investigación en Aplicación y Evaluación Matemática, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

³Magister en Educación Matemática, alejandramariaserpa@ufps.edu.co, ORCID: 0000-0002-1249-6379, Grupo de Investigación Arquímedes, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

Cómo citar: Carreño-Romero A.G., Mora-Alvarez D.A., Serpa-Jiménez A.M., “Correlación de diámetro-altura de árboles en la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta.”. *Perspectivas*, vol. 8, no. S1, pp. 259-268, 2023.

Recibido: Julio 18, 2023; Aprobado: Septiembre 16, 2023.

RESUMEN

Palabras Claves:

Análisis estadístico, correlación lineal, altura total, diámetro normal, dasometría.

En el presente artículo se realizó un estudio correlacional con el fin de analizar la relación diámetro normal-altura total de las distintas especies arbóreas de la Universidad Francisco de Paula Santander sede Cúcuta. En primer lugar, se seleccionaron 21 especies con más de 7 individuos arbóreos. Se realizaron los cálculos estadísticos correspondientes a: valores mínimos y máximos, media aritmética, varianza y desviación estándar. Seguidamente, se determinó la frecuencia de los intervalos tanto del diámetro normal como la altura total. Posteriormente, se realizaron diagramas de dispersión y se calculó no solo el coeficiente de correlación lineal de Pearson, sino también el coeficiente de determinación, error de predicción, prueba de hipótesis e interpretación del coeficiente de correlación lineal. Los resultados obtenidos indicaron que la mayoría de individuos se encontraron en los dos primeros intervalos de diámetro normal, es decir, más pequeños; por otro lado, la mayoría de los árboles se encuentran distribuidos en los tres primeros intervalos. Hay que mencionar, además que se muestra la variabilidad de los datos, así como la correlación entre el diámetro normal y altura total. Además, el coeficiente de correlación más alto lo obtuvo la Palma Real, mientras que el más bajo fue del Mamón. Como conclusión se obtuvo que el crecimiento de los árboles está sujeto a la relación de las variables dasométricas además del entorno en el que se desarrollan.

ABSTRACT

Key Words:

Statistic Analysis, Linear Correlation, Total Height, Normal Diameter, Dasometry.

In this article, a correlational study was carried out in order to analyze the normal diameter-total height relationship of the different tree species of the Francisco de Paula Santander University, Cúcuta headquarters. First, the data corresponding to normal diameter, total height and species were recorded. Then the species with more than eight individuals were identified for which the statistics were calculated: minimum and maximum values, arithmetic mean, variance and standard deviation. Next, the frequency of the intervals of both the normal diameter and the total height was determined. Subsequently, scatter diagrams were made and not only Pearson's linear correlation coefficient was calculated, but also the coefficient of determination, prediction error, hypothesis testing, and interpretation of the linear correlation coefficient. The results obtained indicated that the majority of individuals were found in the first two intervals of normal diameter, that is, smaller; on the other hand, most of the trees are found distributed in the first three intervals. It should also be mentioned that the variability of the data is shown, as well as the correlation between normal diameter and total height. In addition, the highest correlation coefficient was obtained by Palma Real, while the lowest was from Mamón. As a conclusion, it was obtained that the growth of the trees is subject to the relationship of the dasometric variables in addition to the environment in which they develop.

*Corresponding author.

E-mail address: alejandramariaserpa@ufps.edu.co (Alejandra María Serpa-Jiménez)



Peer review is the responsibility of the Universidad Francisco de Paula Santander.
This is an article under the license CC BY 4.0

Introducción

La morfometría es la ciencia que se encarga de la medición de las formas, cuando se habla de árboles, la dendrometría se encarga de medir las dimensiones de los individuos arbóreos, tales como, alturas, diámetros, área basal, volumen, entre otros. Consideremos ahora el conjunto de árboles, la dasometría es la ciencia encargada de estudiar estadísticamente dicho conjunto (Gardiol, 2014).

El diámetro normal (DN), también llamado diámetro a la altura del pecho o DAP es una variable que está directamente relacionada con otros parámetros (Diéguez et al, 2005), es decir, sirve para determinar el volumen del árbol, definir la estructura de un bosque a partir de sus clases diamétricas, además el DN está correlacionado con la altura (Wabo, 2002). Por otro lado, la relación entre el DN y la altura sirve para caracterizar la estructura vertical de los bosques, dicho de otra forma, el crecimiento forestal (Guzmán et al., 2019).

En la actualidad se estudia el comportamiento de los bosques, así como el crecimiento de sus individuos con el fin de desarrollar un modelo de evolución del bosque que prediga la evolución de los árboles además de facilitar la estimación de las distintas variables dasométricas a partir de aquellas que resultan más fáciles de medir en el campo (Gadow et al., 2014). Por ejemplo, la relación entre la altura y el diámetro de los árboles es de importante en el momento de tomar decisiones acerca del manejo del arbolado, además de fines investigativos sobre crecimiento y rendimiento de los árboles a partir de estimaciones de volúmenes, biomasa aérea, factores de forma, entre otros (Wabo, 2002; Juárez et al., 2007; Dávila et al., 2012; Arias, 2014). También permite interpretar la calidad de sitio (Arias, 2004).

Cabe señalar que, el crecimiento de los árboles, es un proceso que se encuentra influenciado por su entorno, debido a factores naturales y antrópicos (que son consecuencias de actividades humanas), por ejemplo: clima, suelo, emisiones de dióxido de

carbono, actividades forestales, entre otros (Gabow et al., 2014). La suma de los factores naturales y antrópicos componen la calidad de sitio (Baridón et al., 2001).

El presente artículo tiene como objetivo analizar la correlación que existe entre el DN y altura total de las diferentes especies arbóreas que se encuentran en la Universidad Francisco de Paula Santander sede Cúcuta (UFPS-Cúcuta).

Metodología

Área de estudio

El área de estudio fue la UFPS-Cúcuta que se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas $7^{\circ}53'53.59''$ N y $72^{\circ}29'16.16''$ W del barrio Colsag, con una altura media de 301 msnm (Oficina de Planeación, 2010).



Figura 1. Ubicación geográfica UFPS

Fuente: Tomado de Plan de Infraestructura Física 2011-2019 (Oficina de Planeación, 2011, p. 40)



Figura 2. Relación entre los principales rasgos característicos de los árboles

El clima es cálido árido según la clasificación climatológica de Caldas – Lang (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], s.f.) debido a que el municipio de Cúcuta se encuentra a 250 metros sobre el nivel del mar con una temperatura promedio de 27,2° y precipitaciones anuales de 904mm (IDEAM, s.f.).

La población estudiada corresponde a los árboles y palmas que se encuentran en la UFPS – Cúcuta, de los cuales se seleccionó una muestra de 957 individuos pertenecientes a 12 familias y 21 especies.

En primer lugar, se realizaron los registros de los siguientes datos: nombre común, nombre científico, DN (cm) y altura total (m). Cabe aclarar que los datos fueron tomados de la página web “Inventario Arbolado UFPS” (Eri Story Map, s.f.) y procesados en el programa Microsoft Excel. Seguidamente se realizó un tratamiento previo donde se eliminaron datos erróneos, por ejemplo, DN o altura de cero. Luego se creó una tabla dinámica para hacer el conteo de individuos por especie, de allí se seleccionaron las especies con ocho o más individuos para realizar el debido estudio.

Tabla I. Especies Seleccionadas Clasificadas En 12 Familias

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS
Anacardiaceae	Mangifera indica	Mango	33
Apocynaceae	Plumeria alba L	Azuceno Blanco	23
Arecaceae	Pritchardia limahuliensis L	Palma Abanico	11
	Chrysalidocarpus lutescens	Palma Areca	18
	Veitchia maerrilli L.	Palma Paraíso	25
	Roystonea regia	Palma Real	80
Bignoniaceae	Tabebuia rosea	Urapo	98
Boraginaceae	Cordia sebestana	Coralito	20
Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	Ohiti	228
Fabaceae	Pithecellobium dulce	Chiminango	43
	Acacia polyphylla	Jero	59
	Leucaena leucocephala	Leucaena	17
	Samanea saman (Pithecellobium saman)	Samán	33
Meliaceae	Azadirachta indica A.	Árbol Nim	132
	Swietenia mahagoni L	Cedro Caoba	10
Moraceae	Ficus benjamina L.	Ficus	35
	Chlorophora tinctoria	Moral	14
Rutaceae	Citrus limon	Limón	8
Sapindaceae	Melicocca bijuga	Mamón	15
Sterculiaceae	Sterculia apelata L	Camajón	22
	Guazuma ulmifolia L	Guácimo	33

Para los cálculos realizados se tomó el DN como variable independiente (x) y la altura total como variable dependiente (y). Los cálculos efectuados fueron los siguientes:

1. Se identificaron el DN y la altura total mínima y máxima, además se calcularon sus respectivas media aritmética, varianza y desviación estándar.

$$\begin{aligned} \text{Media aritmética } (\bar{x}) &= \frac{\sum x}{n} \quad (1) \\ \text{Varianza } (s^2) &= \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2) \\ \text{Desviación estándar } (s) &= \sqrt{s} \quad (3) \end{aligned}$$

DN		ALTURA TOTAL	
Min	0,23	Min	0,70
Max	167,0	Max	31,560
\bar{x}	36,40	\bar{y}	10,854
S ² x	575,225	S ² y	33,141
Sx	23,984	Sy	5,757

Figura 3. Estadísticos descriptivos de DN y Altura Total

Nota: En esta tabla se muestran los valores mínimos y máximos, media aritmética, varianza y desviación estándar tanto para DN como altura total.

2. Se determinaron las clases diamétricas (intervalos de DN) e intervalos de altura total para identificar la frecuencia en porcentaje de los individuos pertenecientes a cada intervalo.

3. Se representó la distribución de DN y altura total empleando diagramas de dispersión tanto para la totalidad de individuos como para los individuos clasificados por especie. Lo anterior se realizó con la intención de determinar la presencia de correlación en forma preliminar.

4. Se empleó la fórmula de Pearson para determinar el coeficiente de correlación lineal (r) entre los 957 individuos estudiados, y entre los individuos de cada especie, la fórmula de Pearson es la siguiente:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2) * (n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad (5)$$

Se interpretaron los coeficientes de correlación según la interpretación de Cohen citada por Hernández et al., (2018, p.594), donde se indica que los valores de | r | entre 0 y 0.1 representan una correlación nula, entre 0.1 y 0.3 una correlación débil, entre 0.3 y 0.5 una correlación moderada y, entre 0.5 y 1 una correlación fuerte.

5. Se calculó el error de predicción en porcentaje para los diferentes valores de r.

$$e = \sqrt{\frac{\sum(y - \hat{y})^2}{n-2}} \quad (6)$$

donde,

$$\begin{aligned} \hat{y} &= ax + b \\ a &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \\ b &= \frac{\sum y - a \sum x}{n} \end{aligned}$$

6. Se calculó el coeficiente de determinación.

$$r^2 = (r)^2 * 100\%$$

7. Se empleó el programa XLSTAT para realizar la prueba de hipótesis y obtener el valor-p de la correlación lineal de la totalidad de árboles, también se asignó el valor alfa crítico como 0,05 (nivel de significancia de 5%). Para la interpretación de la prueba se tuvieron en cuenta las siguientes hipótesis:

- H₀: Hipótesis nula donde p = 0, es decir, no existe correlación.
- H_a: Hipótesis alternativa donde p > 0, dicho de otra manera, las variables de DN y altura total están correlacionados linealmente.

Resultados

El 54% de los árboles se encontraron en la clase diamétrica que corresponde al intervalo de 0,23-33,89; el 36% de los individuos en la segunda clase diamétrica correspondiente al intervalo de 33,89-67,54. Lo dicho hasta aquí supone que la mayoría de los individuos tienen DN menores de 67,54 cm, como se observa en la Figura 4.

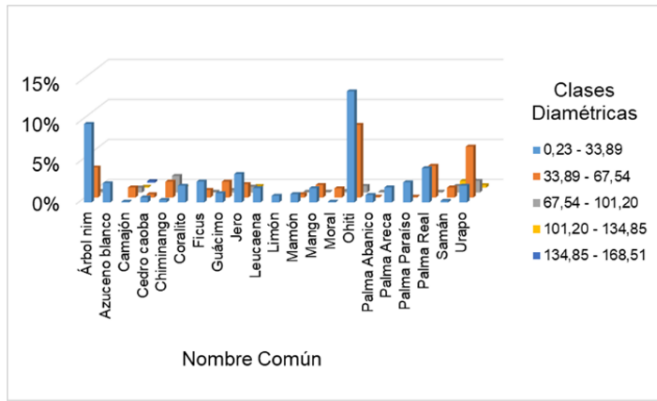


Figura 4. Frecuencia de DN.

En la Figura 5, se muestra que la mayoría de los árboles miden menos de 20,12 m de altura, para ser más específicos, el 30% miden entre 0,70 y 7,17 m; el 39% miden entre 7,17 y 13,65 m; el 25% entre 13,65 y 20,12 m; y el 6% restante mide más de 20,12 m.

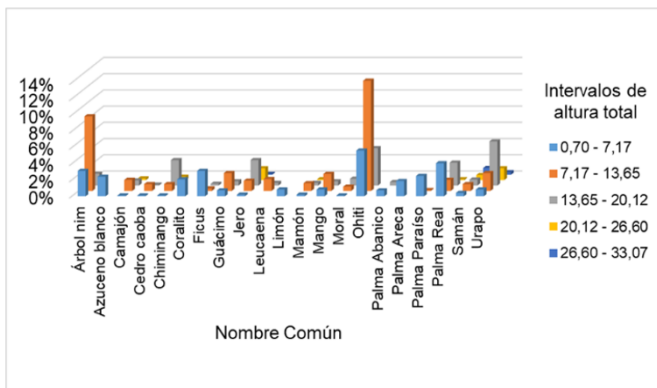


Figura 5. Frecuencia de Altura Total.

El DN y la altura total de los árboles están correlacionados de forma imperfecta, tal como se muestra en la Figura 6.

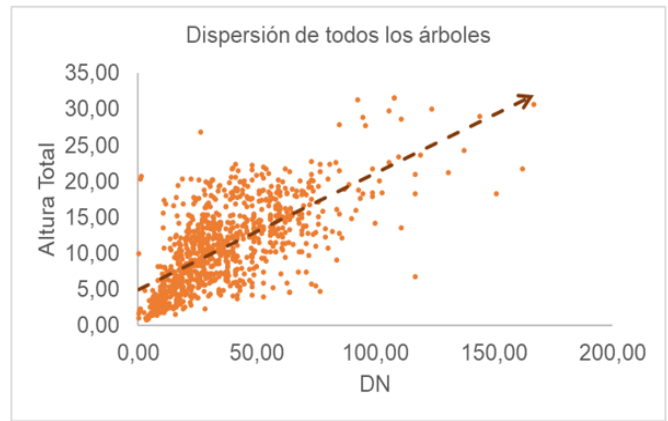


Figura 6. Dispersión de todos los individuos arbóreos correspondientes a 21 especies y 12 familias.

Nota: La línea punteada muestra la tendencia general de los datos.

En la Figura 7, se evidencia que la intensidad y dirección de correlación entre el DN y la altura total varía según la especie.

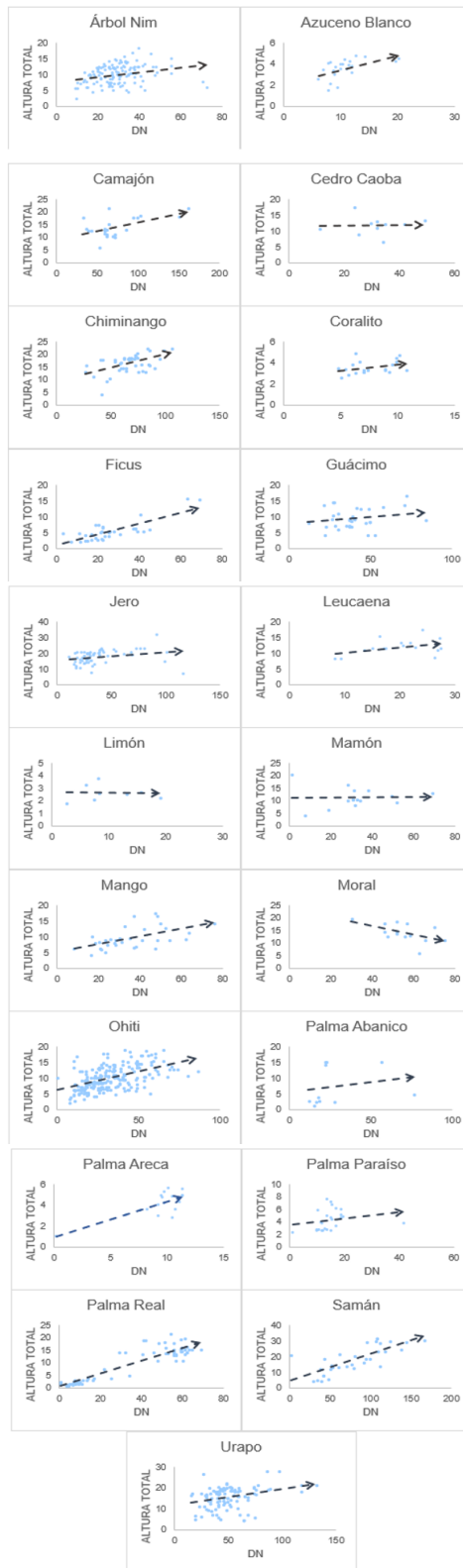


Figura 7. Dispersión de los árboles clasificados por especies.

Nota: Las líneas punteadas indican la tendencia general de los datos de cada especie.

El coeficiente de correlación de 0,67 implica que existe un alto grado de correlación entre el DN y la altura total de los árboles, además de que la altura total es directamente proporcional al DN; sin embargo, se evidencia un error de predicción elevado. Por otro lado, teniendo en cuenta el coeficiente de determinación explica en un 45% a la variable real. Habría que decir también que el valor-p es menor que 0,05, por ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo que implica que existe una correlación lineal entre DN y altura total con un grado de significancia del 5%. Lo anterior se muestra en la Tabla III.

Tabla III. Regresión Lineal

r	0,67
e	427%
r ²	45%
valor-p	<0,0001
Interpretación de r	Correlación fuerte

Nota: Coeficiente de correlación lineal (r), error de predicción (e), coeficiente de determinación r² y valores-p (Pearson) para la prueba de hipótesis de los 957 árboles.

En la Tabla IV, se puede reconocer la variación del grado y dirección de correlación según la especie; además, de las 21 especies estudiadas, 10 presentaron una correlación fuerte, 3 moderada, 5 débil y 3 nula. Por otra parte, el coeficiente de determinación más alto fue de 86% y el más bajo de 0,01%.

Tabla IV. Regresión Lineal Por Especie

NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS	R	ERROR	R ²	INTERPRETACIÓN DE R
Árbol nim	132	0,27	286%	7%	Correlación débil
Azuceno blanco	23	0,54	77%	29%	Correlación fuerte
Camajón	22	0,55	341%	31%	Correlación fuerte
Cedro caoba	10	0,04	308%	0,13%	Correlación nula
Chimino	43	0,53	311%	28%	Correlación fuerte
Coralito	20	0,36	60%	13%	Correlación moderada
Ficus	35	0,79	195%	62%	Correlación fuerte
Guácimo	33	0,21	321%	5%	Correlación débil
Jero	59	0,27	421%	8%	Correlación débil
Leucaena	17	0,41	229%	17%	Correlación moderada
Limón	8	0,03	71%	0,11%	Correlación nula
Mamón	14	0,01	410%	0,01%	Correlación nula
Mango	33	0,55	288%	30%	Correlación fuerte
Moral	14	0,54	324%	29%	Correlación fuerte
Ohiti	228	0,84	200%	71%	Correlación fuerte
Palma Abanico	11	0,20	631%	4%	Correlación débil
Palma Areca	18	0,77	77%	59%	Correlación fuerte
Palma Paraiso	25	0,21	161%	5%	Correlación débil
Palma Real	80	0,93	254%	86%	Correlación fuerte
Samán	33	0,75	586%	57%	Correlación fuerte
Urapo	98	0,32	487%	10%	Correlación moderada

Nota: Coeficiente de correlación lineal (r), error de predicción (e) y coeficiente de determinación r² de las 21 especies arbóreas.

Discusión

El coeficiente de correlación de Pearson muestra una fuerte correlación para la totalidad de árboles, asimismo 10 de las 21 especies estudiadas tienen una fuerte correlación, sin embargo, 3 especies presentan una correlación nula, 5 especies débil y las otras 3 moderada. Lo anterior indica que la relación DN – altura total no es perfecta, puesto que no siempre el árbol más alto tiene mayor diámetro; además el coeficiente de correlación varía según la especie debido a que se restringe el ámbito o dispersión de

las variables clasificándolos en subgrupos (Fallas, 2012). Cabe señalar que varios estudios reconocen la relación que existe entre las distintas variables dasométricas de los árboles, por ejemplo, Guzmán, et. al. (2019) propuso un modelo para describir la relación altura-diámetro; Quiñonez, et. al. (2012) estudió la relación entre diversas variables dasométricas de los árboles encontrando que existe una tendencia lineal entre el DN y la altura total en función al diámetro del tocón; además, el uso de modelos matemáticos simples para estimar las características de un bosque es una técnica fácil de aplicar y que produce resultados confiables, especialmente en la predicción del crecimiento forestal (Martínez-López & Acosta-Ramos, 2014).

Empezaré por considerar lo expuesto por Arias (2004), quien encontró que la relación altura-diámetro se ve afectada por la calidad del sitio, dado que, los árboles de la UFPS – Cúcuta no cuentan con un sitio de calidad debido a que presentan una problemática ambiental dada por los errores que se cometieron no sólo en la planificación de las plantaciones, sino también en su mantenimiento (Hernández & Patiño, 2017) a lo anterior se le suma el cambio del uso del suelo que se ha venido presentando en la universidad en consecuencia a la construcción de nuevas instalaciones y modificación de las anteriores. Cabe aclarar que el cambio del uso del suelo conlleva a la modificación de la cubierta terrestre afectando el clima (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2013). Hecha esta salvedad, se puede notar cómo la acción antrópica afecta el crecimiento de los árboles ya que cambia las características no solo del suelo sino también del clima, tal como lo afirma (Alvarado et al., 2014).

Otro rasgo a tener en cuenta es que cada especie se adapta de distinta forma a las condiciones del sitio; pongamos por caso un árbol joven plantado en la sombra de otro árbol adulto, por lo tanto, el árbol joven debe cambiar su estructura en busca de luz ocasionando que su altura sea mayor y su diámetro

menor a lo que sería en condiciones óptimas; a este proceso se le conoce como “etiología”. Llegados a este punto se entiende que aquellos factores del entorno que influyen sobre el crecimiento de los árboles son consecuentes los coeficientes de determinación que oscilan entre 86% y 0,01% dando lugar a la variación asociada con dichos factores entre 99,9% y 14%.

Todavía cabe señalar que la edad de los árboles representa un limitante en el presente estudio, debido que en la universidad se encuentran árboles que aún no alcanzan la totalidad de su desarrollo, otro limitante fue la existencia de datos que aparentan ser equívocos como consecuencia de errores humanos en el momento de registrarlos en la página web de donde fueron tomados.

Por otro lado, en estudios posteriores se recomienda tener en cuenta otras variables correspondientes a los factores que influyen en el crecimiento de los árboles. Por último, se recomienda tener en cuenta las consideraciones propuestas en el libro titulado “Especies arbóreas de la Universidad Francisco de Paula Santander” de Carvajal et. al. (2021).

Conclusiones

En conclusión, existen una fuerte correlación lineal producto de la relación entre el diámetro normal y la altura total de los árboles, sin embargo, hay diversos factores que tienen gran impacto en el crecimiento de los árboles, tales como: clima (radiación solar, agua, temperatura, entre otros.); suelo (porosidad, nutrientes, distancia entre un árbol y otro, etc.) y edad. Debido a lo anteriormente expuesto, la correlación se presenta de forma imperfecta.

Por otra parte, se puede presenciar la notable variación en las distintas correlaciones calculadas por especie mientras que la correlación de todas las especies es fuerte, lo anterior se debe a que el crecimiento de los árboles varía según la especie

debido a las características de cada una, por ejemplo, su capacidad de adaptarse al entorno.

El presente estudio muestra que las condiciones de la universidad Francisco de Paula Santander - Cúcuta no son óptimas para el desarrollo de las especies arbóreas que se encuentran allí, lo que hace evidente la incorrecta distribución de las plantaciones, así como las falencias en el manejo y mantenimiento de los árboles.

Agradecimientos

Las autoras agradecen el apoyo recibido de Evaristo Alberto Carvajal Valderrama, Alejandra María Serpa Jiménez y Néstor Edgardo Cely Guarán; docentes de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Referencias

- Alvarado, A., Guajardo, F., & Devia, S. (2014). *Manual de plantación de árboles en áreas urbana. Santiago de Chile*: Editorial Maval Ltda.
- Arias, D. (2004). Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica. *Kurú: Revista Forestal*, 1(2), 1-11.
- Baridón, J. E., Lanfranco, J. W., Marlats, R. M., & Vázquez, M. (2001). evaluación de la calidad de sitio forestal para *Eucalyptus camaldulensis* mediante índices edáficos en argiudoles y argiacuoles, Argentina. *Agricultura Técnica*, 61(2), 192-201. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072001000200009>
- Carvajal V., E. A., García C., H. J., & Carvajal A., M. A. (2021). *Características diagnósticas, fenológicas, ecológicas y ambientales de las especies arbóreas de Cúcuta. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander*. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1a1REOVeNN2pMnQFeW7h3Wb_BcF3StOV8/view?usp=embed_facebook
- Carvajal V, E. A., Hernández D, Y. M., & Patiño C, P. A. (2021). *Especies arbóreas de la Universidad Francisco de Paula Santander*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Dávila, D. E., Franco, J., & Ospina, R. (2012). Distribución Espacial, Estructura y Volumen de los Bosques de Roble Negro (*Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao, J. E.) Nixon & Crepet) en el Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos. *Colombia Forestal*, 15(2), 207-2014.
- Diéguez, U., Castedo, F., Barrio, B., Álvarez, J. G., Rojo, A., & Ruiz, A. D. (2005). Prácticas de Dasometría. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Rojo-Alboreca/publication/305640101_Practicas_de_dasometria/links/5797266408ae33e89faea3f8/Practicas-de-dasometria.pdf
- Esri StoryMap.(s.f.).StoryMapSeries.Recuperado de <https://www.arcgis.com/apps/MapSeries/index.appid=3969aa8a1b2043f8bbc7c394c1e57fad>
- Fallas, J. (2012). Correlación lineal Midiendo la relación entre dos variables. Recuperado de https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/correlacion_lineal_2012.pdf
- Gadow, K. V., Sánchez, S., Álvarez, J. G. (2007). *Estructura y Crecimiento del Bosque*. Göttingen, Alemania: Universidad de Göttingen.
- Gardiol, M. R. (2014). Determinación de Dimensiones Morfométricas en Especies Arbóreas por Medio de Fotografías Aisladas. *Contribuciones Científicas GAEA*, 26, 119-127. Recuperado de: <http://gaea.org.ar/contribuciones/Contribuciones2014/Gardiol.pdf>

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2013). *Bases físicas. Resumen para responsables de políticas, Resumen técnico y Preguntas frecuentes*. Cambridge: OMM/PNUMA. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf
- Guzmán, J. C., Aguirre, O. A., González, M. A., Treviño, E. J., Jiménez, J., Vargas, B., Santos, H. M. D., Guzmán, J. C., Aguirre, O. A., González, M. A., Treviño, E. J., Jiménez, J., Vargas, B., & Santos, H. M. D. (2019). Relación altura-diámetro para *Abies religiosa* Kunth Schltld. & Cham. En el centro y sur de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(52), 99-120. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i52.483>
- Hernández, J. D., Espinosa, F., Rodríguez, J. E., Chacón, J. G., Toloza, C. A., Arenas, M. C., Carrillo, S.M., & Bermúdez, B. J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: Definición, propiedades y suposiciones. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 37(5), 587-601.
- Hernández, Y. M., & Patiño, P. A. (2017). *Plan de manejo del arbolado ornamental de la Universidad Francisco de Paula Santander, sede Cúcuta 2018* (Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander). Recuperada de <https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/2046/1650326.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Juárez, M., Pece, M. G., Gaillard, C., Sanguedolce, J., Mariot, V., & Mazzuco, R. (2007). Ecuaciones altura-diámetro en *Prosopis nigra* (Griseb) Hieron (algarrobo negro) en Santiago del Estero, Argentina. *Foresta Veracruzana*, vol. 9(1), 9-14
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, (s.f.). Atlas Climatológico de Colombia 1981 – 2010. Recuperado de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, (s.f.). Clasificación de los climas. Recuperado de <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf>
- Martínez-López, J., & Acosta-Ramos, A. (2014). Estimación del diámetro, altura y volumen a partir del diámetro del tocón para *Quercus laurina*, en Ixtlán, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 20(1), 59-70.
- Oficina de Planeación. (2010). Plan de Infraestructura Física Universidad Francisco de Paula Santander 2011-2019. Universidad Francisco de Paula Santander.
- Quiñónez, G., Cruz, F., Vargas, B., & Hernández, F. J. (2012). Estimación del diámetro, altura y volumen a partir del tocón para especies forestales de Durango. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(9), 23-39.
- Wabo, E. (2002). Capítulo 2: Medición de Diámetros, Altura y Edad del Árbol. Recuperado de: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/50972/mod_folder/content/0/WABO%20Diametros.pdf?forcedownload=1