

**CARACTERIZACIÓN DASOMÉTRICA Y ANÁLISIS
ESPACIAL PARA FINES DE MANEJO FORESTAL
EN UNA PLANTACIÓN DE CIPRÉS
(*HESPEROCYPARIS LUSITANICA* (MILL.)
BARTEL.) EN EL ESTADO MERIDA, VENEZUELA**

DASOMETRIC CHARACTERIZATION AND SPATIAL
ANALYSIS FOR FOREST MANAGEMENT PURPOSES
IN A CYPRESS (*HESPEROCYPARIS LUSITANICA*)
PLANTATION IN MÉRIDA STATE, VENEZUELA

**CARLOS F. RODRIGUEZ¹, JESUS ANDRADES GRASSI²,
ARTURO OSORIO³, SIMON DUGARTE⁴, MARIANO DURAN⁵,
ANGIELO GIOVANNI SÁNCHEZ M.⁶**

Departamento Botánica y Ciencias Básica. FCFA-ULA. Venezuela Email: carlosfran40@Gmail.com, 2. Departamento de Ordenación de Cuencas, FCFA-ULA. Venezuela, Email: Koflasjesus@gmail.com, 3. Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos. FCFA-ULA, Email: raosorio@gmail.com, 4. FCFA, Instituto San Javier del Valle Fe y Alegría, Email: dugarte.simon@gmail.com, 5. Departamento de Manejo de Bosque. mjduran@ula.ve, FCFA-ULA, 6. Ingeniero Forestal, Email: giovanangiesankin@gmail.com

Recibido 29 septiembre 2024 – Aceptado 20 noviembre 2024

Resumen

Se presenta una caracterización dasométrica basada en un inventario forestal completo, complementado con análisis espacial de los datos, de una plantación madura de ciprés (*Hesperocyparis lusitanica* (Mill.) Bartel) establecida hace más de 50 años en el Instituto San Javier del Valle, Fe y Alegría, Mérida, Venezuela. Se evaluó el estado actual del rodal con fines de planificación de su manejo forestal y para garantizar su continuidad en el tiempo. La plantación contiene 1.000 árboles, con una densidad de 282 árboles/ha, un área basal de 37,87 m²/ha y un volumen de madera en pie de 384,72 m³/ha. El análisis estadístico espacial evidenció una autocorrelación espacial significativa en las variables medidas (P = 0,001). Los resultados indican que el rodal se encuentra en estado maduro, con un crecimiento aparentemente detenido, alta densidad y fuerte competencia. Estas condiciones, sumadas a la ausencia de intervención silvicultural y a características edáficas desfavorables para la especie, han provocado una elevada mortalidad arbórea. Se recomienda realizar estudios ecológicos y de impacto ambiental que orienten la implementación de prácticas silviculturales como aclareo, saneamiento y

Palabras clave:

caracterización
dasométrica
ciprés
manejo forestal
estadística espacial

reforestación, que generen beneficios a la institución y contribuyan a la sostenibilidad de la plantación en el tiempo.

Abstract

A dendrometric characterization is presented based on a complete forest inventory, complemented with spatial analysis of the data, of a mature cypress plantation (*Hesperocyparis lusitanica* (Mill.) Bartel) established more than 50 years ago at the Instituto San Javier del Valle, Fe y Alegría, Mérida, Venezuela. The current condition of the stand was evaluated for forest management planning purposes and to ensure its continuity over time. The plantation contains 1,000 trees, with a density of 282 trees/ha, a basal area of 37.87 m²/ha, and a standing timber volume of 384.72 m³/ha. Spatial statistical analysis showed significant spatial autocorrelation in the measured variables ($P = 0.001$). The results indicate that the stand is in a mature state, with apparently stalled growth, high density, and strong competition. These conditions, combined with the lack of forestry intervention and soil characteristics unfavorable to the species, have caused high tree mortality. It is recommended to carry out ecological and environmental impact studies to guide the implementation of forestry practices such as thinning, sanitation, and reforestation, which provide benefits to the institution and contribute to the long-term sustainability of the plantation.

Key Words:

dendrometric
characterization

cypress

forest management

spatial statistics

1. INTRODUCCION

La caracterización e inventarios de plantaciones son insumos directos para la toma de decisiones silviculturales, siempre que el diseño del inventario sea adecuado y capture la heterogeneidad del rodal (Kangas *et al.*, 2006; Imaña *et al.*, 2014). Los inventarios pueden realizarse por muestreo o por censo; este estudio adopta el censo para registrar la ubicación y las características dasométricas de cada árbol, considerando además condiciones de sitio, suelo y rasgos genotípicos y fenotípicos relevantes para el manejo (IBIF, 2022; Meza y Torres, 2006).

El procesamiento tradicional que asume independencia espacial puede subestimar la estructura del rodal. La estadística espacial permite modelar dependencia y clústeres de variables dasométricas, mejorando la base para decisiones operativas (Arias, 2018). En paralelo, la silvicultura de precisión integra topografía, cartografía y SIG para modelar la variabilidad espacial y temporal de la producción y generar mapas útiles para identificar factores limitantes (Boada, 2002; Ortiz, 2003).

Los tratamientos silviculturales deben aplicarse conforme a los objetivos de la plantación y al estado de la masa (Espinosa *et al.*, 2017). El raleo es central para gestionar la densidad y promover el crecimiento de individuos selectos; su intensidad condiciona la respuesta en crecimiento diametral y área basal, como muestran estudios en

Hesperocyparis lusitanica y en otras especies (Chaves *et al.*, 2012; Goitia, 1954; Nazaruk, 2019). La eliminación de árboles moribundos o enfermos y el aprovechamiento de madera de árboles caídos reducen competencia y pueden generar ingresos (Tacha y Moreno, 2016; Sánchez y Morera, 2020). Referencias regionales sugieren calendarios e intensidades de raleo para ciprés que orientan la práctica (INAB, 2017) y aportes locales previos contextualizan las decisiones en el área de estudio (Trejo, 2007; Lárez, 2006).

Este trabajo caracteriza una plantación madura de *Hesperocyparis lusitanica* en San Javier del Valle (Mérida, Venezuela) mediante un censo forestal y análisis de autocorrelación espacial, con SIG como soporte. El objetivo es proponer prescripciones de manejo espacialmente explícitas —raleo, saneamiento y reposición— sustentadas en evidencia de dependencia espacial (índice de Moran y Análisis de autocorrelación espacial local (LISA por sus siglas en inglés) para garantizar la permanencia de la plantación y contribuir a la sostenibilidad económica del Instituto San Javier del Valle, Fe y Alegría.

2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La plantación de ciprés (*Hesperocyparis lusitanica*) se ubica en la finca del Instituto Educativo San Javier del Valle, Fe y Alegría, sector El Valle, parroquia Gonzalo Picón Febres, municipio Libertador, estado Mérida, Venezuela. El emplazamiento se encuentra entre 08°35'02"–08°48'11" N y 71°00'00"–71°08'00" O, dentro de la subcuenca del río Mucujún (Dugarte y Arzubialde, 2002). La subcuenca presenta origen tectónico con bloques levantados que conforman las vertientes y un bloque deprimido en el fondo del valle (Valverde, 1980; García, 1996).

La plantación fue establecida entre 1975 y 1980, ocupa 3,55 ha y se concibió con fines conservacionistas y como barrera acústica (L. E. Gamboa, comunicación personal el 12 de agosto de 2023). Los suelos, influenciados por la litología y mineralogía de la cuenca del Mucujún, muestran variación en propiedades físicas y químicas. El clima es húmedo, con precipitación anual entre 1.000 y 3.000 mm y ligera disminución de lluvias entre diciembre y marzo, sin estación seca marcada (Ospino *et al.*, 2012).

H. lusitanica es una conífera de distribución natural desde el sur de Chiapas hasta Nicaragua y amplia introducción por su valor forestal y ornamental (INAB, 2020). Alcanza 20 – 35 m de altura y diámetros de 100 – 120 cm a la altura del pecho; presenta fuste recto y acanalado, corteza fibrosa y copa cónica que se amplía con la edad (Rojas y Torres, 2015). Su madera se utiliza en construcción y mueblería, y el aceite esencial tiene aplicaciones cosméticas y farmacéuticas (INAB, 2020).

Implicaciones para el análisis espacial y el manejo: La topografía estructural del valle y la variabilidad edáfica pueden inducir patrones espaciales de crecimiento y estabilidad del fuste, mientras que las altas precipitaciones favorecen la caída y mortalidad en sectores expuestos. Estas condiciones justifican el uso de matrices de pesos por distancia euclidiana y el análisis LISA para delimitar subunidades operativas, priorizando raleos en clústeres Alto – Alto, saneamiento en zonas con árboles caídos o inclinación

severa y reposición en clústeres Bajo – Bajo.

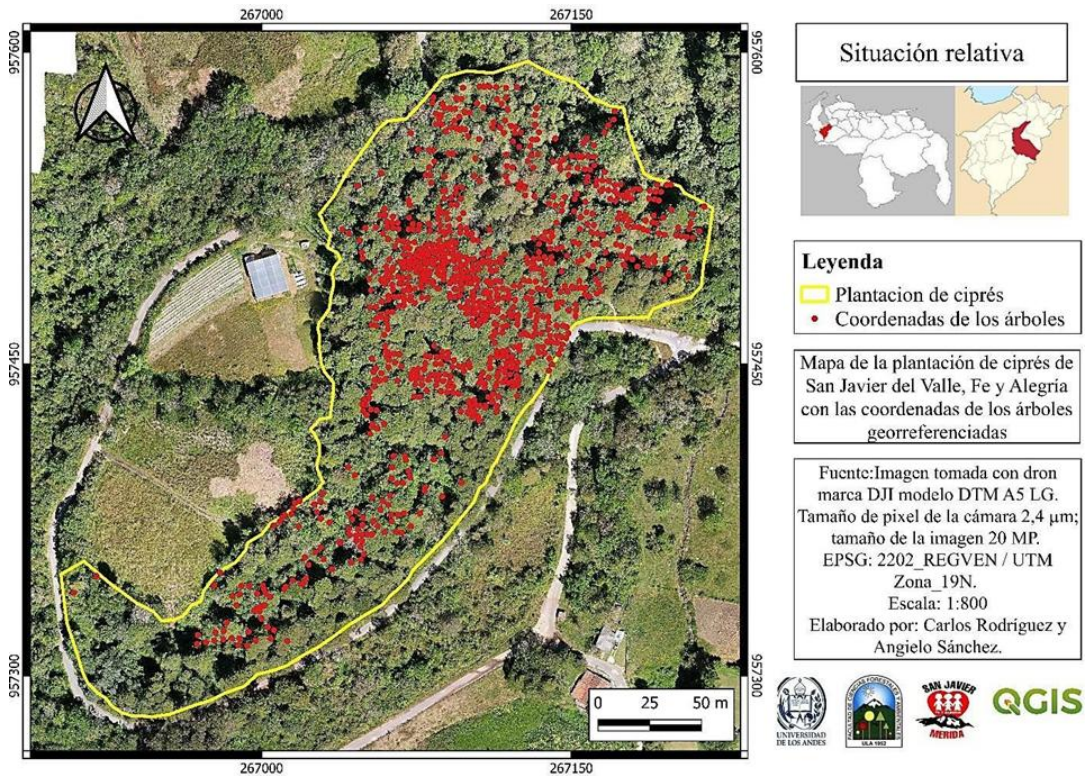


Figura 1. Ubicación de la plantación y coordenadas UTM de los árboles en San Javier del Valle

3. MÉTODOS

Se realizó un censo forestal completo de la plantación para registrar la ubicación y las características de cada árbol, conforme a inventarios exhaustivos de referencia (Avery & Burkhardt, 2015). Se consideraron las variables DAP, área basal, altura total (Ht) y altura de fuste (Hf); se evaluaron calidad de fuste, estado fitosanitario e inclinación del fuste, siguiendo metodologías estandarizadas (Husch *et al.*, 2003). La calidad de fuste se clasificó con base en rectitud, bifurcaciones y ramificación (Smith & Johnson, 2018). El estado fitosanitario se evaluó mediante signos visibles de daño y enfermedad (Manion, 2003). La inclinación del fuste (α) se midió con brújula y clinómetro.

Las coordenadas de los árboles se obtuvieron a partir de imágenes aéreas de alta resolución capturadas con dron. Las rutas de vuelo se planificaron en Drone Harmony, con solapes adecuados para fotogrametría (Eisenbeiss, 2009; Verhoeven, 2011). Las imágenes se procesaron en Agisoft Metashape para generar ortomosaico y productos derivados que permitieron mapear con precisión cada individuo.

Se calcularon estadísticas descriptivas (media, desviación estándar, mínimos y máximos) de las variables cuantitativas. Para la estructura espacial se aplicó autocorrelación global mediante el Índice de Moran con permutaciones, empleando matrices de pesos definidas por distancia euclidiana y criterio de vecindad coherente con el correlograma empírico (Moran, 1950; Anselin, 1995; Fortin y Dale, 2005). El análisis local se efectuó con LISA para identificar clústeres Alto – Alto y Bajo – Bajo y valores atípicos espaciales. Los mapas de clúster y significancia se generaron en GeoDa 1.22 (Anselin, 2020).

La evidencia espacial se tradujo en reglas de decisión operativas. Las subunidades se delimitaron con los polígonos LISA significativos, se priorizaron raleos de competencia en clústeres Alto – Alto para reducir presión de copa y estabilizar la estructura, saneamientos donde se concentran árboles muertos, caídos o inclinación severa, y reposición dirigida en clústeres Bajo – Bajo para cerrar claros. Estudios aplicados en contextos forestales respaldan el uso de Moran y LISA para distribución de árboles, incendios y cobertura del suelo (Vásquez Rivas *et al.*, 2022).

4. RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Estructura y distribución diamétrica

La plantación presenta alta densidad, con 1.233 individuos en 3,55 ha. La distribución diamétrica se concentra en 20 – 40 cm de DAP, Tabla 1, reflejando un estado de madurez con predominio de clases intermedias. Los promedios registrados fueron DAP = 37,98 cm, Ht = 17,38 m y Hf = 12,45 m, Tabla 2. Esta configuración respalda el potencial de producción de madera y orienta intervenciones de raleo para aliviar competencia en estratos dominantes (Oliver & Larson, 1996; Avery & Burkhart, 2015).

Tabla 1. Densidad, área basal y volumen de los árboles de la plantación de ciprés, por categorías diamétricas

Nº	Categoría diamétrica (cm)	Densidad (árboles/ha)	AB (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
1	[10,00 - 20,00)	31	0,6555	4,7984
2	[20,00 - 30,00)	70	3,5122	31,8796
3	[30,00 - 40,00)	65	6,1719	60,9983
4	[40,00 - 50,00)	59	9,2723	97,1580
5	[50,00 - 60,00)	29	6,8505	71,6340
6	[60,00 - 70,00)	15	4,9102	54,3325
7	≥ 70,00	12	6,5031	63,9211
Total		282	37,8756	384,7220

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de los árboles de la plantación de ciprés

Variable	N° árboles	Mínimo	Máximo	Total	Media	Desv. tip.
DAP (cm)		9,87	111,41		37,98	16,43
Ht (m)		2,00	28,00		17,38	4,55
Hf (m)	1000	3,00	20,00		12,45	3,47
AB (m ²)		0,01	0,97	134,4585	0,14	0,12
V (m ³)		0,03	9,60	1365,7630	1,37	1,34

Nota: Desv. tip., se refiere a la desviación típica o desviación estándar de la variable. Fuente: Elaboración propia.

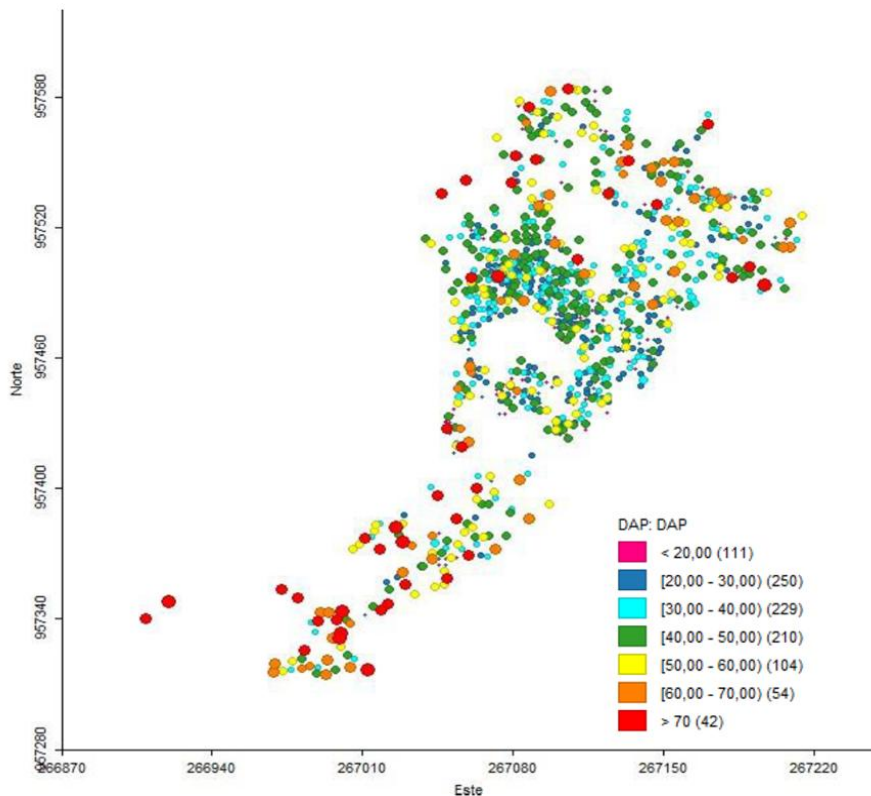


Figura 2. Gráfico de burbujas con la ubicación espacial de los árboles de la plantación de ciprés, por categorías diamétricas

4.2 Condición de fuste y selección de candidatos a extracción

Se identificaron 311 árboles ($\approx 25\%$) con mala calidad de fuste, condición fitosanitaria deficiente o posición sociológica desfavorable. La remoción de este

subconjunto equivale a 22,8474 m² de área basal y 188,6670 m³ de volumen en pie, con impacto esperado en la liberación de crecimiento y mejora de la calidad del remanente (Smith & Johnson, 2018). La georreferenciación de candidatos optimiza su localización en campo y la logística de extracción.

4.3 Estado fitosanitario por clases diamétricas.

La incidencia de árboles muertos o moribundos es mayor en clases diamétricas bajas, sugiriendo susceptibilidad a estrés biótico/abiótico y efectos de competencia temprana (Manion, 2003). Los mapas clúster y de significancia permiten ubicar focos de problemas sanitarios y priorizar medidas de control y saneamiento.

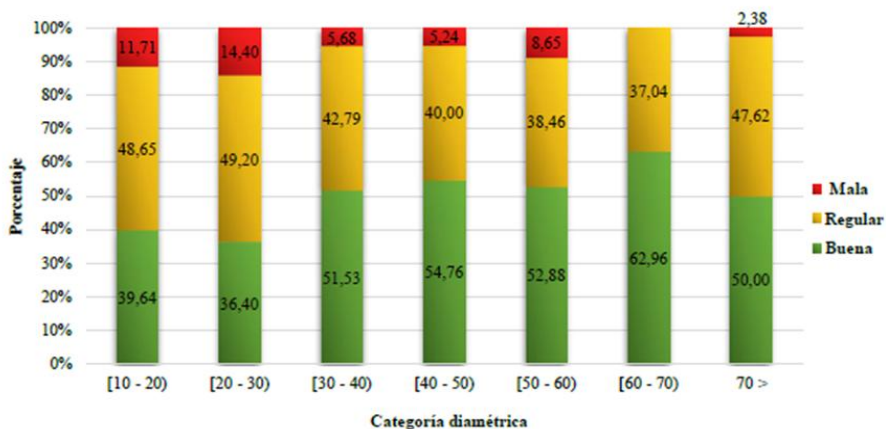


Figura 3. Calidad de fuste en unidades relativas de los árboles de la plantación, por categorías diamétricas

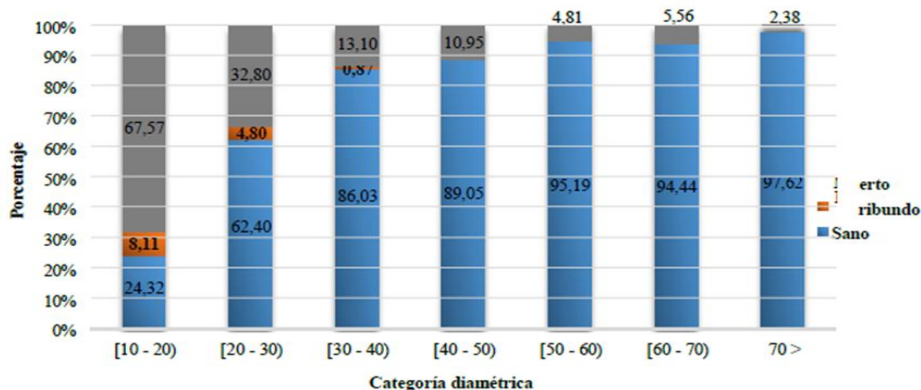


Figura 4. Estado fitosanitario en unidades relativas de los árboles de la plantación de ciprés, por categoría diamétrica

4.4. Autocorrelación espacial y patrones locales (LISA)

El I de Moran global fue positivo y significativo para DAP, Ht y Hf, evidenciando dependencia espacial; valores similares tienden a agruparse (Moran, 1950; Fortin & Dale, 2005). El análisis LISA identificó clústeres Alto–Alto (HH) y Bajo–Bajo (LL) para las variables dasométricas, útiles para delimitar subunidades operativas: raleos de competencia focalizados en HH; saneamiento donde se concentran muertos, moribundos o inclinación severa; y reposición dirigida en LL. Estos patrones reflejan heterogeneidad de sitio y procesos de competencia intraespecífica (Anselin, 1995).

En las Figura 5 y 6, se presentan los diagramas de dispersión del índice de autocorrelación de Moran para DAP y para el volumen de madera en pie.

La Figura 7 presenta el Mapa clúster para la variable DAP transformada y la Figura 8 el mapa clúster de la variable volumen de la madera en pie.

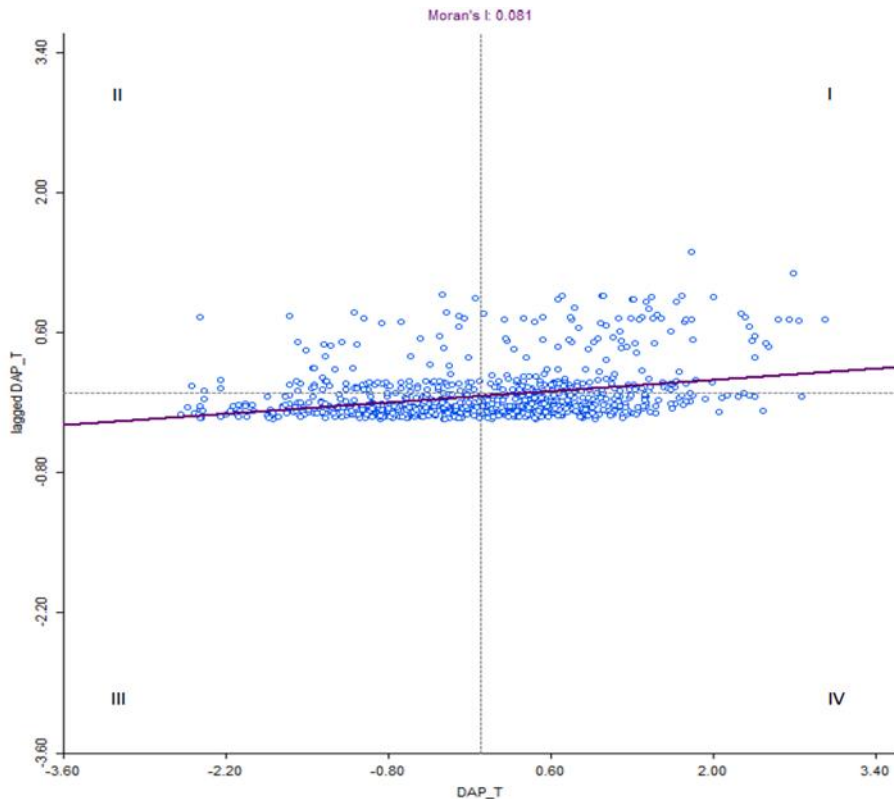


Figura 5. Diagrama de dispersión del índice de autocorrelación espacial de Moran para DAP

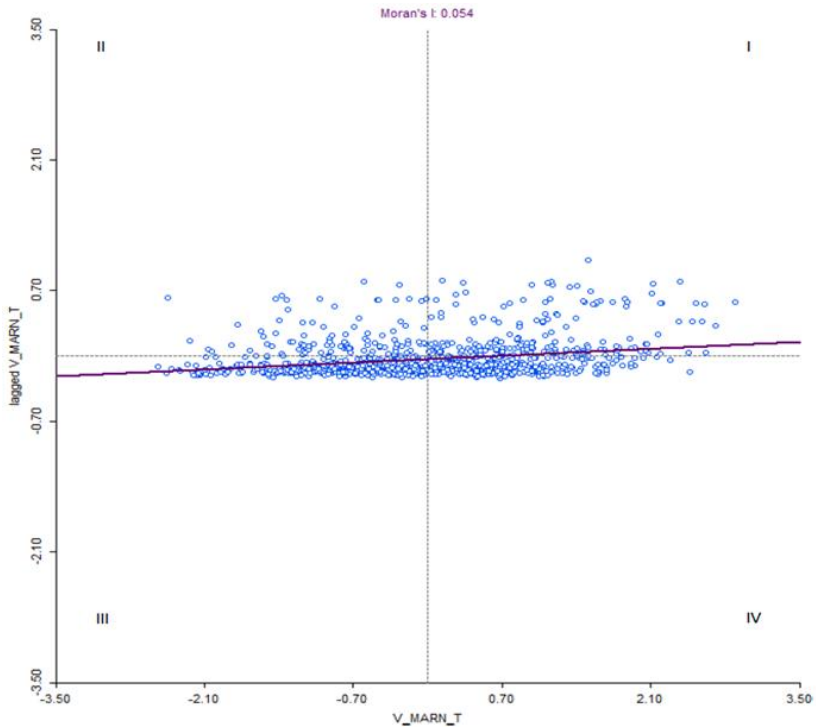


Figura 6. Diagrama de dispersión del índice de autocorrelación espacial de Moran para volumen de madera en pie

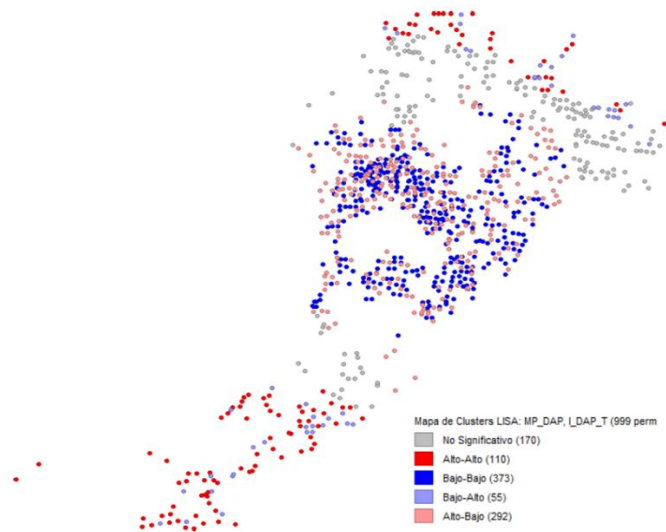


Figura 7. Mapa clúster para la variable DAP transformada de los árboles de la plantación de ciprés en San Javier del Valle

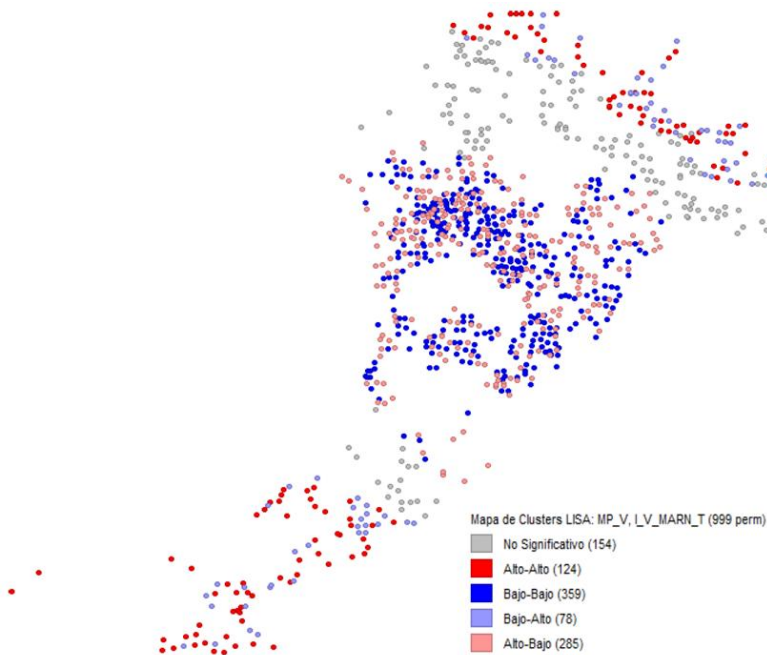


Figura 8. Mapa clúster para la variable volumen de madera en pie de los árboles de la plantación de ciprés en San Javier del Valle

4.5 Síntesis para manejo

La plantación se encuentra en etapa apta para producción de madera, pero requiere intervenciones selectivas basadas en evidencia espacial para optimizar crecimiento y calidad, reducir fuentes de enfermedad y estabilizar la estructura del rodal a largo plazo.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La plantación de *Hesperocyparis lusitanica* se encuentra en etapa madura, con indicios de estancamiento en sectores donde coinciden diámetros y volúmenes bajos. La ausencia histórica de manejo, sumada a condiciones edáficas y espaciamientos reducidos, ha favorecido caídas y mortalidad, mientras que la zona central mantiene densidad elevada con competencia y supresión. El volumen en pie constituye un recurso aprovechable que requiere planificación. El análisis espacial, con SIG y GeoDa 1.22, confirmó autocorrelación global positiva y clústeres locales (LISA) para DAP, Ht, Hf y volumen, lo que evidencia asociación espacial coherente con el origen homogéneo de la plantación y la falta de intervenciones. Los mapas de clúster y significancia permiten ubicar áreas HH (alta competencia) y LL (vacíos) como base para decisiones operativas

y monitoreo adaptativo.

Las recomendaciones principales se organizan en cinco líneas de acción:

- Raleo y saneamiento. Reducir densidad y competencia mediante raleos de competencia focalizados en clústeres HH, con metas de área basal compatibles con la madurez del rodal; extraer árboles muertos, caídos, moribundos, enfermos o con inclinación severa, priorizando bordes vulnerables.
- Extracción operativa. Implementar extracción por bloques en la zona central para una remoción controlada y evaluable, en línea con guías aplicables a ciprés (INAB, 2020). Realizar evaluación de impacto ambiental previa a cualquier aprovechamiento.
- Reposición y mezcla de especies. Reponer en clústeres LL y evaluar mezcla con especies compatibles con las condiciones del sitio y con *H. lusitanica*, considerar la presencia local de fresnos y realizar pruebas de compatibilidad.
- Mejoramiento y vivero. Establecer un programa de mejoramiento genético con árboles semilleros identificados durante el censo; acondicionar el vivero institucional para producir plántulas de alta calidad.
- Monitoreo y soporte analítico. Implementar monitoreo continuo con el flujo dron-fotogrametría-SIG-GeoDa, actualizando LISA tras las intervenciones para ajustar intensidades por subunidad. Complementar con análisis de suelo para orientar prácticas de mejora y con equipos de georreferenciación de mayor precisión para optimizar coordenadas UTM.

REFERENCIAS

- Anselin, L, 1995. Local indicators of spatial association- LISA. *Geographical Analysis* 27(2):93- 115.
- Anselin, L. 2020. GeoDa Workbook. Spatial Data Wrangling. Archivos libres disponibles en: <https://geodacenter.github.io/documentation.html>
- Arias, M. 2018. Evaluación de modelos geoestadísticos aplicados a variables de densidad del rodal para la planeación de operaciones de entresaca en plantaciones de melina (*Gmelina arborea*) a partir de datos de inventario en el municipio de Zambrano (Bolívar, Colombia). [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Archivo digital. [https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14672/1/AriasSanchezMaria Natalia2018.pdf](https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14672/1/AriasSanchezMaria%20Natalia2018.pdf)
- Avery, T. E., & Burkhart, H. E. 2015. *Forest measurements*. Waveland Press. <https://doi.org/10.1093/JOFORE/FVZ037>
- Boada, A. 2002. *Conceptos básicos de geoestadística*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.

- Crawley, M. J. 2013. *The R book*. John Wiley & Sons.
- Chaves, E., Chinchilla, O. y Mora-Chacón, F. 2012. Evaluación de incrementos en ensayos de aclareo para *Cupressus lusitanica* Miller en la región central de Costa Rica. *Revista Forestal Venezolana*, 56 1, 29-49.
- Dugarte, S. y Arzubialde, J. 2002. Plan de ordenación en plantación de fresnos. San Javier del Valle Grande (Fe y Alegría), Mérida. Fe y Alegría, Mérida, Venezuela.
- Eisenbeiss, H. 2009 UAV Photogrammetry. DISS. ETH NO. 18515, Institute of Geodesy and Photogrammetry, ETH Zurich. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3817708>
- Espinosa, M., Acuña, E., García, J., Rodríguez, R. y Rubilar, R. (Ed.). (2017). *Silvicultura de bosques plantados con fines productivos*. Sello Editorial Universidad de Concepción. http://www.forestal.udec.cl/wp-content/uploads/2021/10/Silvicultura_de_bosques.pdf
- Fortin, M. J., & Dale, M. R. 2005. *Spatial analysis: a guide for ecologists*. Cambridge University Press.
- García, X. 1996. Efectos del uso de la tierra (residencial, turística y agropecuaria) sobre la calidad del agua del río Mucujún. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102006000300010
- Goitia, D. 1954. Estudio del incremento volumétrico del *Cupressus lusitanica* Mill. en relación a la edad y el sitio. [Tesis de posgrado. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica].
- Husch, B., Beers, T. W., & Kershaw Jr., J. A. 2003. *Forest Mensuration* (4th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Sons. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1459755>
- Imaña, J., Jiménez, J., Valéria, A., Rainier, C., Antunes, O. y Serpa, M. 2014. *Conceptos dasométricos en los inventarios fitosociológicos* (2nd ed.). Universidad de Brasilia. https://www.academia.edu/9810575/Conceptos_dasom%C3%A9tricos_en_los_inventarios_fitosociol%C3%B3gicos
- IBIF 2022. *Guía de Censo Forestal para Organizaciones Forestales Comunitarias*. Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Santa Cruz, Bolivia. <https://ibifbolivia.org.bo/wp-content/uploads/2023/03/Guia-para-censo-forestal.pdf>
- INAB 2017. *Ciprés común (Cupressus lusitanica Miller)*. Paquete Tecnológico Forestal. Guatemala, INAB. http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/CIPRES.pdf
- Kangas, A., Gove, J. y Scott, C. (2006). Introduction. *En*: A. Kangas y M. Maltamo (Ed.). *Forest Inventory*. (pp. 6-12) Springer. <https://link.springer.com/chapter/>

10.1007/1-4020-4381-3_1

- Lárez, N. 2006. Evaluación de plantación de fresno y propuestas de alternativas de manejo en Fe y Alegría, San Javier del Valle Mérida estado Mérida. [Tesis de grado. Universidad de los Andes, Venezuela].
- Manion, P. D. 2003. Tree disease concepts. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Meza, A. y Torres, G. 2006. El raleo: una operación silvicultural fundamental. Kurú: Revista Forestal, 3(8), 1- 3. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123388.pdf>
- Moran, P. A. P. 1950. Notes on continuous stochastic phenomena. Biometrika, 37(1-2), 17-23. <https://doi.org/10.1093/biomet/37.1-2.17>
- Nazaruk, K. 2019. Efecto del raleo selectivo manual sobre variables forestales en un bosque del establecimiento Bajo Verde. La Pampa, Argentina. [Tesis de grado. Universidad Nacional de La Pampa, Argentina].
- Oliver, C. D. & Larson, B. C. 1996. Forest stand dynamics. (Update Edition) John Wiley & Sons. Yale School of the Environment Other Publications. https://elischolar.library.yale.edu/fes_pubs/1
- Ortiz, J. 2003. Emprego do geoprocessamento no estudo da relação entre potencial produtivo de um povoamento de eucalipto e atributos do solo e do relevo. [Tesis de maestría, Universidad de São Paulo, São Paulo, Brasil].
- Ospino, H., Paredes, D., Peña, K., Rujano, M. y Vergara, L. 2012. Aproximación de unidades ambientales y determinación de la capacidad de acogida, como ejercicio de planificación territorial en la Sub-cuenca del Río Mucujún, Parroquia Gonzalo Picón Febres del Municipio Libertador del Estado Mérida, Venezuela. Ecodiseño y Sostenibilidad, 4 1, 32-92.
- Sánchez, D. y Morera, A. 2020. La madera caída: un recurso subutilizado de los bosques. Ambientico, 275 (7), 43-4. https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/31171/275_43-47.pdf
- Smith, J. L., & Johnson, A. B. 2018. Applications of spreadsheet software in forest inventory. Journal of Forestry, 116 3, 245-252.
- Tacha, F. y Moreno, J. 2016. Plan de manejo y aprovechamiento forestal de *Acacia mangium* Willd en la finca El Delirio, Puerto Lleras Meta. Periodo 2014 – 2030. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Villavicencio, Colombia]. <https://acortar.link/SeNDMZ>
- Trejo, M. 2007. Propuesta de manejo forestal de una plantación a pequeña escala de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl en San Javier del Valle edo. Mérida- Venezuela. Tesis de Grado. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

- Valverde, L. 1980. Incidencia de parámetros físicos naturales en el grado de erosión de la cuenca del río Mucujún. [Tesis de maestría, Universidad de Los Andes]. Mérida, Venezuela.
- Vásquez-Rivas, D., Andrades-Grassi, J., Gámez, L., & Rodríguez, G. 2022. Exploración y comparación de la distribución espacial de los bosques periurbanos en Mérida, Venezuela. *Colombia Forestal*, 25(1), 36-50.
- Verhoeven, G. J. 2011. Taking computer vision aloft: archaeological three-dimensional reconstructions from aerial photographs with a digital still camera. *Archaeological Prospection*. DOI: 10.1002/arp.399