Multidisciplinary Collaborative Journal
ISSN: 3073-1356

DOSO EDITORIAL CIENTÍFICA

Articulo

Propuesta de plan de manejo integral para *Ceroxylon echinulatum* basado en criterios ecológicos en la comunidad Mocata, Pallatanga (Ecuador)

Proposal for an integrated management plan for Ceroxylon echinulatum based on ecological criteria in the Mocata community, Pallatanga (Ecuador)

David Orlando Agualzaca Caisaguano [1,*], Myriam Soledad Llumitasig Quinatoa [2], Brayan David Cusquillo Quispillo [3], Mercedes Carranza Patiño [4] y Edwin Miguel Jiménez Romero [5]

[1] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo; https://orcid.org/0009-0001-6873-4874
[2] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo; https://orcid.org/0009-0008-6615-2628, mllumitasigq@uteq.edu.ec
[3] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Riobamba; https://orcid.org/0009-0002-2030-3546, bcusquilloq@uteq.edu.ec
[4] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo; https://orcid.org/0000-0002-0917-0415, mcarranza@uteq.edu.ec
[5] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo; https://orcid.org/0000-0002-7411-8189, ejimenez@uteq.edu.ec

Correspondencia: dagualzacac@uteq.edu.ec

https://doi.org/10.70881/mcj/v3/n2/63

Cita: Agualzaca Caisaguano, D. O., Llumitasig Quinatoa, M. S., Cusquillo Quispillo, B. D., Carranza Patiño, M. & Jiménez Romero, E. M. (2025). Propuesta de plan de manejo integral para Ceroxylon echinulatum basado en criterios ecológicos en la comunidad Mocata, Pallatanga (Ecuador). *Multidisciplinary Collaborative Journal*, *3*(2), 227-245. https://doi.org/10.70881/mcj/v3/n2/63

Recibido: 22/04/2025
Revisado: 01/06/2025
Aceptado: 05/06/2025
Publicado: 10/06/2025

Copyright: © 2025 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC)**.

(https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Resumen: Esta investigación desarrolló un Plan de Manejo Integral (PMI) para *Ceroxylon echinulatum* en la comunidad Mocata, cantón Pallatanga, provincia de Chimborazo, con base en criterios ecológicos. En un área de 53.14 ha se evaluó la distribución espacial de la especie, así como parámetros estructurales: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, diámetro de copa, rectitud del fuste, estado fitosanitario y daño mecánico. Se aplicaron métodos estadísticos descriptivos e histogramas de frecuencia, complementados con encuestas dirigidas a actores locales vinculados al aprovechamiento de la palma. Se identificaron 433 individuos: 293 en remanentes boscosos y 140 en sistemas agrosilvopastoriles. El 71.42 % correspondió a palmas adultas, 12.85 % a jóvenes, y el 88.57 % presentó buen estado fitosanitario. El 83.57 % de los individuos no mostró signos de daño visible; el 16.43 % restante presentó afectaciones por agentes antrópicos, animales o factores ambientales. El PMI propuesto responde a la vulnerabilidad de la especie, asociada principalmente a la extracción no sostenible de raquis durante celebraciones religiosas. La estrategia planteada promueve la conservación y el uso responsable de la palma, en conforme a la normativa ambiental vigente, destacando la importancia de proteger esta especie vulnerable mediante el uso responsable de sus recursos.

Palabras clave: Conservación de especies, palma andina, manejo forestal sostenible, recursos no maderables, biodiversidad andina.

Abstract: This research developed an Integrated Management Plan (PMI) for *Ceroxylon echinulatum* in the Mocata community, Pallatanga canton, Chimborazo province, based on ecological criteria. In an area of 53.14 ha, the spatial distribution of the species was evaluated, as well as structural parameters: diameter at breast height (DBH), total height, crown diameter,

stem straightness, phytosanitary status and mechanical damage. Descriptive statistical methods and frequency histograms were applied, complemented by surveys of local stakeholders involved in palm harvesting. A total of 433 individuals were identified: 293 in forest remnants and 140 in agrosilvopastoral systems. The 71.42 % corresponded to adult palms, 12.85 % to young palms, and 88.57 % showed good phytosanitary status. Of the individuals, 83.57 % showed no signs of visible damage; the remaining 16.43 % were affected by anthropogenic agents, animals or environmental factors. The proposed MIP responds to the vulnerability of the species, mainly associated with the unsustainable extraction of rachis during religious celebrations. The proposed strategy promotes the conservation and responsible use of the palm, in accordance with current environmental regulations, highlighting the importance of protecting this vulnerable species through the responsible use of its resources.

Key words: Species conservation, Andean palm, sustainable forest management, non-timber resources, biodiversity.

1. Introducción

Las palmas constituyen un componente clave de los ecosistemas tropicales, con más de 2.500 especies identificadas a nivel mundial. Estas especies proporcionan alimentos, refugio y otros servicios ecosistémicos esenciales para aves, mamíferos y comunidades humanas (Mena, 2021). Ecuador se destaca por albergar la mayor diversidad de palmas, con 136 especies y 32 géneros nativos, lo que representa el 29% de las especies y el 64% de los géneros de palmas sudamericanas.

Las palmas están presentes en todas las regiones naturales del Ecuador continental, desde zonas costeras hasta los Andes y la Amazonía, en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 3.300 m s.n.m., en ambientes con temperaturas promedio de entre 11 °C y 21 °C. Aproximadamente el 42% de las especies de palmas ecuatorianas tienen una distribución ecológica amplia que incluye tanto tierras bajas como bosques andinos (Valencia et al., 2013).

En la región andina ecuatoriana, las palmas no solo poseen valor ecológico, sino también económico, cultural y simbólico. Son utilizadas tradicionalmente por comunidades rurales para la elaboración de artesanías, medicina natural, construcción de viviendas y como fuente de alimentos. En particular, la palma de ramos ha sido empleada durante décadas en rituales religiosos como la Semana Santa, siendo recolectada masivamente para la elaboración de ramos litúrgicos (Caranqui, 2016). Esta práctica cultural, sin embargo, ha conllevado impactos negativos sobre las poblaciones silvestres de la especie debido a métodos inadecuados de cosecha, la ausencia de planes de manejo y la falta de concienciación ciudadana sobre la sostenibilidad de su uso (Ramírez et al., 2020).

Actualmente, *C. echinulatum* se encuentra en estado vulnerable, según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2021), con un riesgo creciente de extinción si no se establecen estrategias de conservación urgentes. A ello se suma que esta palma constituye hábitat y fuente de

alimentación para especies de fauna igualmente amenazadas, como el loro orejiamarillo *(Ognorhynchus icterotis)* y el perico cachetidorado *(Pyrrhura orcesi)*, ambas incluidas en el Libro Rojo de las especies endémicas del Ecuador (Jácome, 2018).

En la comunidad de Mocata, cantón Pallatanga, provincia de Chimborazo, la explotación de la palma de ramos es una de las principales actividades económicas durante la Semana Santa. Sin embargo, la extracción se realiza sin criterios técnicos de sostenibilidad, lo que pone en peligro la regeneración natural de la especie y compromete su permanencia en el ecosistema andino. Además, la comunidad carece de alternativas económicas viables que reduzcan la presión sobre los recursos forestales, y de conocimientos técnicos en manejo forestal que les permitan hacer un uso responsable del recurso.

A pesar de la importancia ecológica y cultural de la palma de ramos, no existe hasta el momento una normativa específica que regule su aprovechamiento. El MAATE ha promovido campañas de concienciación sobre el uso de especies vegetales alternativas en celebraciones religiosas, pero sin acompañamiento técnico ni propuestas de manejo local participativo. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo diseñar un Plan de Manejo Integral (PMI) para la especie *Ceroxylon echinulatum* en la comunidad de Mocata, mediante el análisis ecológico y participativo de su distribución, estado de conservación y uso local, a fin de garantizar su aprovechamiento sostenible y protección a largo plazo.

2. Materiales y Métodos

2.1. Localización del estudio

El estudio se realizó en la comunidad Mocata, situada en el cantón Pallatanga, provincia de Chimborazo, Ecuador. El área de investigación abarcó una superficie de 53,74 hectáreas, localizada en las coordenadas geográficas X: 729153, Y: 9780188 (UTM, zona 17S).

2.2. Materiales y equipos

Para el desarrollo del trabajo de campo y análisis, se utilizaron los siguientes materiales y equipos: cuaderno de campo, cuerda, cinta métrica, cinta aislante, bolsas plásticas inertes, rotulador permanente, forcípula, estilete, rollo plástico para embalaje y tijera de podar; para la georreferenciación y registro receptor GPS, cámara digital de igual manera para el procesamiento y análisis se usaron computadora personal, software ArcMap 10.8, Google Earth Pro, IBM SPSS Statistics versión 25.

2.3. Diseño de la investigación

El estudio adoptó un enfoque no experimental, exploratorio y descriptivo, basado en la recolección de datos cuantitativos y cualitativos. Se aplicó el método hipotético-deductivo para explicar la distribución de *C. echinulatum* y validar las

propuestas de manejo. El diseño consideró aspectos ecológicos, sociales y económicos para fundamentar el PMI.

2.4. Metodología

2.4.1. Muestreo y levantamiento de datos

Se realizó un censo completo en el área delimitada de 53.74 ha, lo que permitió registrar todos los individuos de *C. echinulatum* presentes en remanentes de bosque y sistemas agrosilvopastoriles. No se excluyeron individuos por estado de desarrollo, con el fin de obtener un diagnóstico integral de la población. El muestreo fue de tipo intensivo, con georreferenciación individual de cada palma.

2.4.2. Modelación de distribución espacial

A partir de imágenes satelitales de alta resolución descargadas desde Google Earth Pro, se desarrolló un mapa georreferenciado en ArcMap 10.8. Se digitalizaron los polígonos de cobertura vegetal en formato Shapefile (*.shp*) y se trazaron los puntos de localización de cada palma para generar mapas temáticos de densidad.

2.4.2.1. Análisis estructural de la población

Se evaluaron variables cuantitativas como: Diámetro a la altura del pecho (DAP, en cm); Altura total (en m); Diámetro de copa (en m)

Asimismo, se registraron variables cualitativas: Rectitud del fuste (recto, ligeramente curvado, curvado); Estado fitosanitario (bueno, regular, malo); Daño mecánico (presente, ausente)

Los datos fueron procesados con IBM SPSS Statistics versión 25, mediante estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar, frecuencias). Las categorías cualitativas fueron representadas en gráficos de barras para visualizar tendencias poblacionales.

2.5. Propuesta del Plan de Manejo Integral (PMI)

El PMI fue estructurado conforme a lo establecido en el Acuerdo Ministerial MAATE-2022. Este incluyó: diagnóstico ecológico y social, zonificación del área de estudio, estrategias de conservación in situ y aprovechamiento sostenible, plan de monitoreo y evaluación y recomendaciones técnicas y normativas para la recolección de raquis.

2.5.1. Recolección de información social

Se aplicaron encuestas semiestructuradas a actores locales involucrados en el uso de la palma, para conocer percepciones, prácticas de aprovechamiento y disposición hacia alternativas sostenibles. La información fue sistematizada y vinculada al diseño del PMI.

2.6. Aspectos éticos

La investigación se desarrolló respetando los principios éticos para trabajos con comunidades. Se obtuvo autorización previa por parte de autoridades locales y el consentimiento informado de los participantes. La información recolectada fue utilizada exclusivamente con fines académicos y de conservación, garantizando confidencialidad y anonimato.

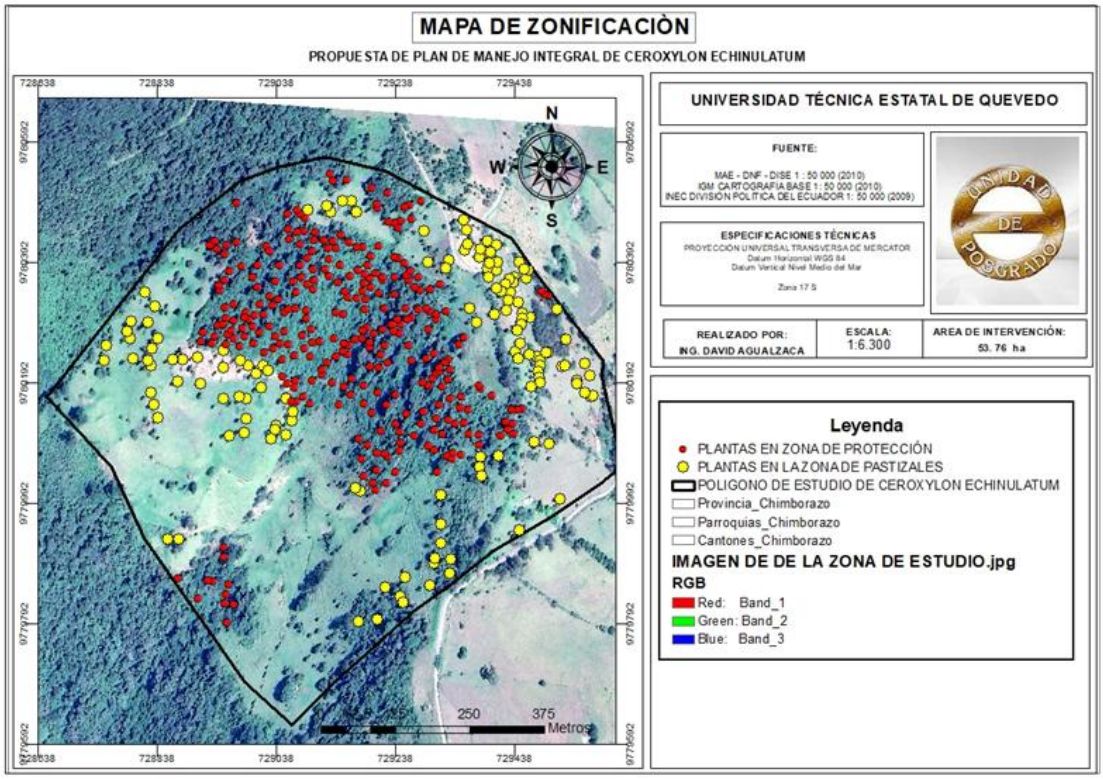
3. Resultados

3.1. Modelación de la distribución espacial y zonificación de *C. echinulatum*

Se realizó la identificación y mapeo de los individuos de palma de cera *(C. echinulatum)* distribuidos espacialmente en el área de estudio de 53.14 ha. Se registraron un total de 433 individuos, de los cuales 140 se encontraron dentro del área designada para aprovechamiento y 293 en la zona de remanente de bosque (Figura 2). La mayor concentración de individuos en el remanente de bosque se asocia a condiciones de pendiente elevada (media del 44.28%) y un rango altitudinal entre 2130 y 2480 m s.n.m., factores que dificultan el acceso y aprovechamiento.

Figura 2.

Distribución Espacial de C. echinulatum en el Área de Estudio



Nota: Los puntos amarillos representan la distribución de individuos dentro del área de aprovechamiento. Los puntos rojos indican individuos en la zona de remanente de bosque. El área total de estudio es de 53.14 ha.

El área de estudio se dividió en dos zonas principales (Aprovechamiento y Remanente de Bosque) y cuatro subzonas según el uso actual del suelo: Cultivo de mora (1.36 ha), Cultivo de papas (0.31 ha), Pasto (33.18 ha) y Remanente de bosque (18.29 ha). La subzona de Pasto ocupa la mayor superficie, mientras que la subzona de Remanente de bosque presenta la mayor densidad poblacional de *C. echinulatum* (Tabla 1 y Figura 3).

Tabla 1.

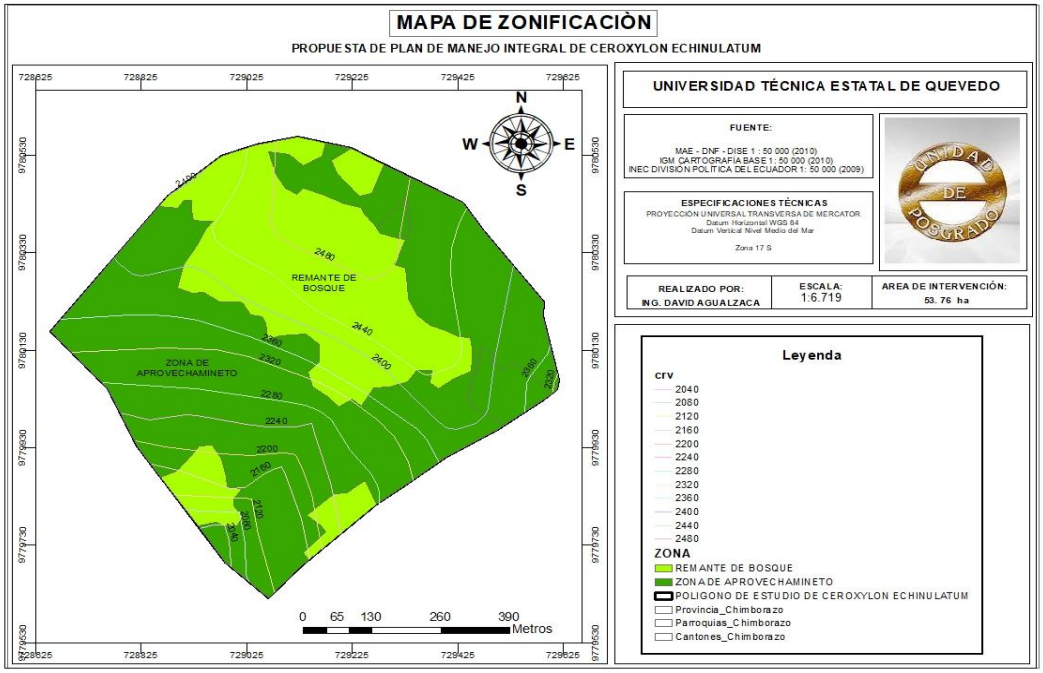
Zonificación, superficie y densidad de individuos de C. echinulatum por uso del suelo

ZONA	SUBZONA	SUPERFICIE (ha)	N° DE ESPECIE (Unidad)	DENSIDAD (Individuos/ha)
Zona de aprovechamiento	Cultivo de mora	1.36	3	2
	Cultivo de papas	0.31	3	10
	Pasto	33.18	134	4
Remanente de bosque	Remanente de bosque	18.29	293	16
	TOTAL	53.14	433	

Nota: La tabla detalla la superficie, el número de individuos y la densidad de *C. echinulatum* para cada subzona dentro de las zonas de aprovechamiento y remanente de bosque. Fuente: Datos de campo.

Figura 3.

Zonificación y curvas de nivel del área de estudio.



Nota: El mapa muestra las dos zonas principales: verde claro (remanente de bosque) y verde oscuro (zona de aprovechamiento), junto con las curvas de nivel correspondientes.

Tabla 2.

Pendiente media y rango altitudinal por subzona

Zona	Subzona	Superficie (ha)	% de Pendiente media	Altitud (m s.n.m.)	
				Min	Max
Zona de aprovechamiento	Cultivo de mora	1.36	40.09	2327	2384
	Cultivo de papas	0.31	17.38	2439	2454
	Pasto	33.18	33.81	2134	2467
Remanente de bosque	Remanente de bosque	18.29	44.28	2130	2480
	TOTAL	53.14			

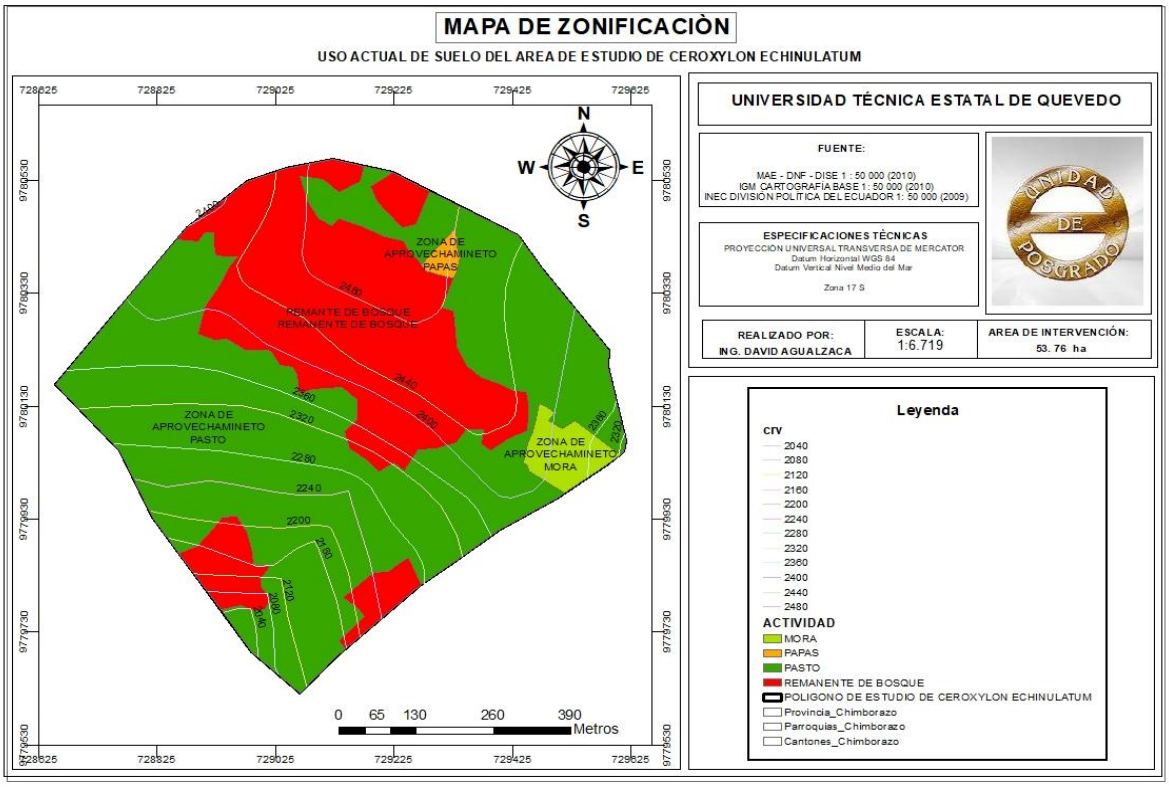
Nota: La tabla presenta la pendiente media y los rangos altitudinales mínimos y máximos para las cuatro subzonas identificadas en el área de estudio. Fuente: Datos de campo y análisis SIG.

Se determinó la pendiente media y el rango altitudinal para cada subzona (Tabla 2 y Figura 4). La subzona de Remanente de bosque registró la mayor pendiente

media (44.28%), lo que coincide con la mayor concentración de individuos. La altitud general del área de estudio varía entre 2130 y 2480 m s.n.m.

Figura 4.

Mapa de uso actual del suelo en el área de estudio.



Nota: El mapa ilustra la distribución de las cuatro subzonas de uso de suelo (Cultivo de mora, Cultivo de papas, Pasto, Remanente de bosque) dentro del área de estudio, superpuestas con las curvas de nivel.

4.2. Análisis de Parámetros Cuantitativos y Cualitativos de C. echinulatum

Se evaluaron parámetros cuantitativos y cualitativos en los 140 individuos registrados dentro de la zona de aprovechamiento.

4.2.1. Análisis de los parámetros cuantitativos

Se midieron las siguientes variables dasométricas: Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), Altura total (m) y Radio de copa (m). Los resultados descriptivos se presentan en la Tabla 3. El DAP promedio fue de 39.06 cm, la altura promedio fue de 21.94 m y el radio de copa promedio fue de 1.69 m.

Tabla 3

Estadísticos Descriptivos de las Variables Dasométricas de C. echinulatum (N=140)

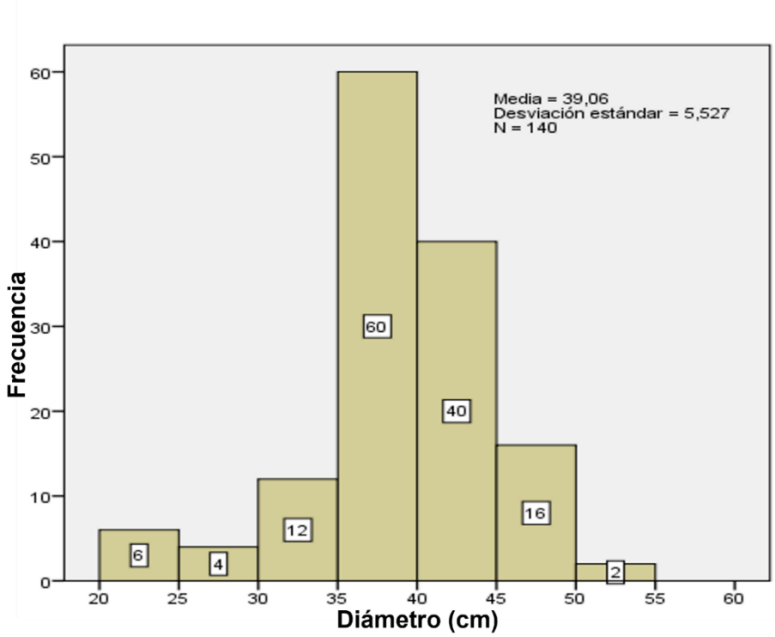
Variable	Min	Max	Media	Error estándar	Desviación estándar	Varianza	Min	Max
DAP (cm)	23.87	50.93	39.06	0.47	5.527	30.546	38.133	39.980
Altura (m)	16.00	30.00	21.94	0.227	2.685	7.208	21.498	22.395
Radio de copa (m)	1.10	2.50	1.69	0.021	0.250	0.062	1.657	1.740

Nota: Estadísticos descriptivos para DAP, Altura y Radio de copa de 140 individuos de C. echinulatum en la zona de aprovechamiento. Se incluye el intervalo de confianza (IC) al 95% para la media. Fuente: Datos de campo.

3.1.1. Análisis de Clases Diamétricas

Figura 5.

Histograma de Frecuencia de Clases Diamétricas de C. echinulatum (N=140)



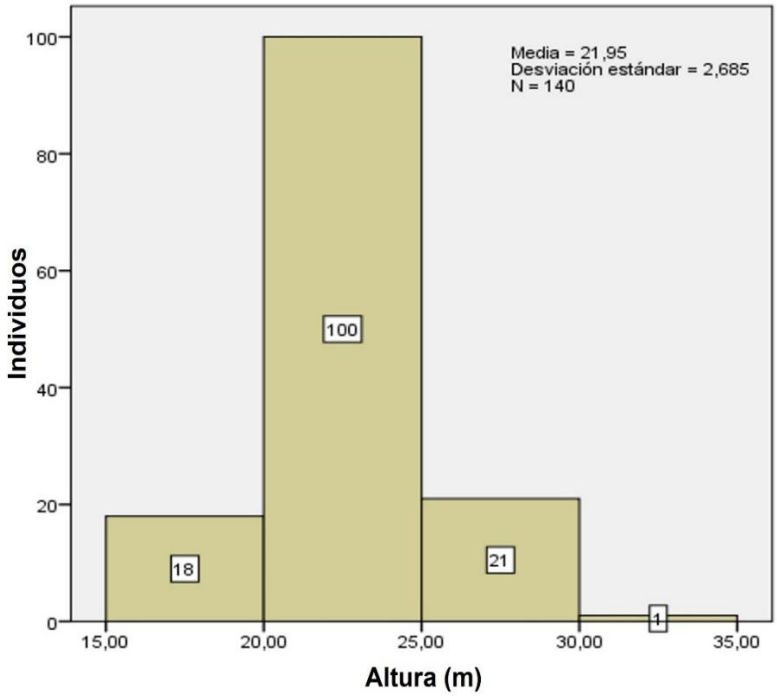
Nota: Distribución de frecuencias de 140 individuos en 7 clases diamétricas con una amplitud de 5 cm cada una.

Se identificaron seis clases diamétricas con intervalos de 5 cm. La clase de 35 a 40 cm concentró el mayor número de individuos (60), seguida de la clase de 40 a 45 cm (40 individuos). Solo dos individuos se registraron en la clase más alta (50-55 cm), lo cual sugiere una baja proporción de ejemplares maduros en la población.

3.1.2. Análisis de Altura

Figura 6.

Histograma de Frecuencia de Altura de C. echinulatum (N=140)



Nota: Distribución de frecuencias de 140 individuos en 4 clases de altura con una amplitud de 5 m cada una.

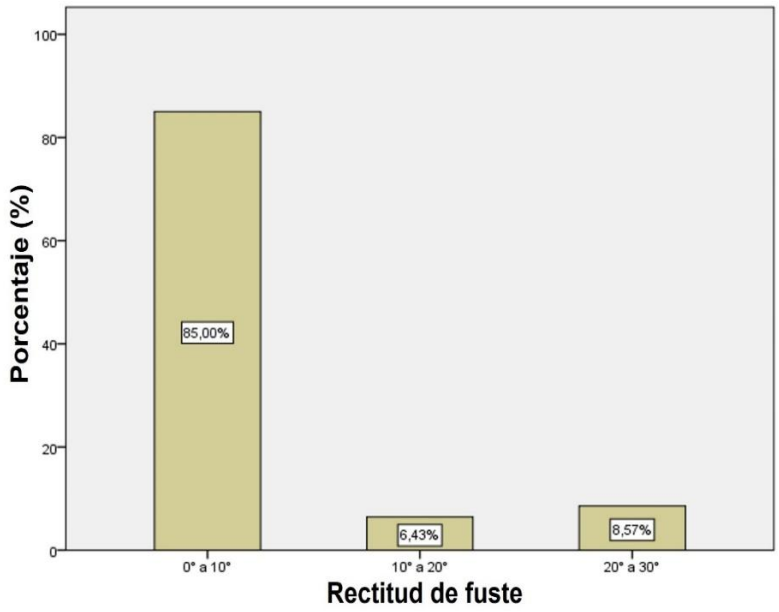
El análisis de la distribución de alturas (Figura 6) mostró que la clase de 20 a 25 m fue la más frecuente, agrupando a 100 individuos (71.42%). Le siguieron la clase de 25 a 30 m con 21 individuos (15.00%) y la clase de 15 a 20 m con 18 individuos (12.86%). Un solo individuo (0.71%) alcanzó los 30 m de altura.

3.2. Análisis Cuantitativo

Se evaluó la rectitud del fuste, el estado fitosanitario y el daño mecánico en los 140 individuos de la zona de aprovechamiento. Rectitud de Fuste: El 85.00% de las palmas presentaron una inclinación leve (0° a 10°), el 6.43% una inclinación moderada (10° a 20°) y el 8.57% una inclinación considerable (20° a 30°) (Figura 7).

Figura 7

Distribución porcentual según rectitud de fuste de C. echinulatum (N=140)



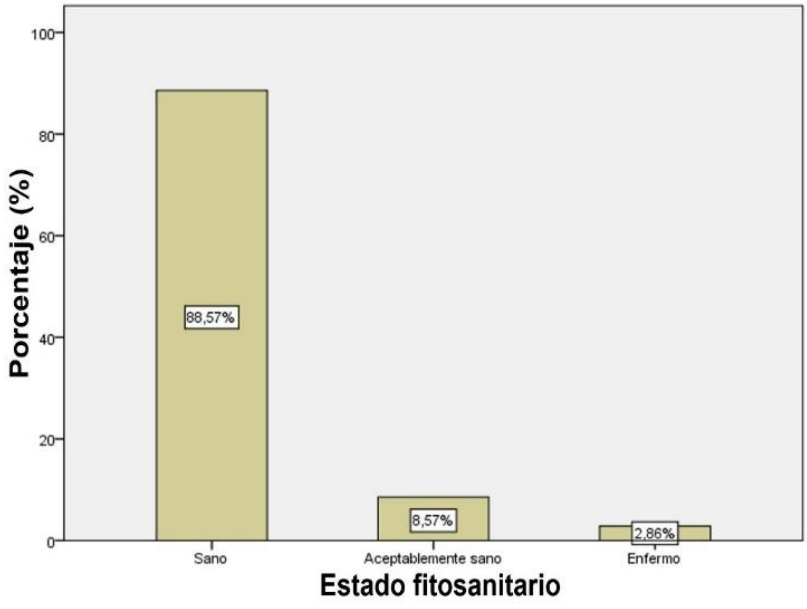
Nota: La rectitud de fuste se clasificó en tres categorías: Clase 1 (0°-10°), Clase 2 (10°-20°) y Clase 3 (20°-30°).

3.2.1. Estado fitosanitario

El 88.57% de los individuos se encontraron sanos, el 8.57% fueron considerados aceptablemente sanos y el 2.86% presentaron signos de enfermedad (Figura 8).

Figura 8

Distribución Porcentual según Estado Fitosanitario de C. echinulatum (N=140)



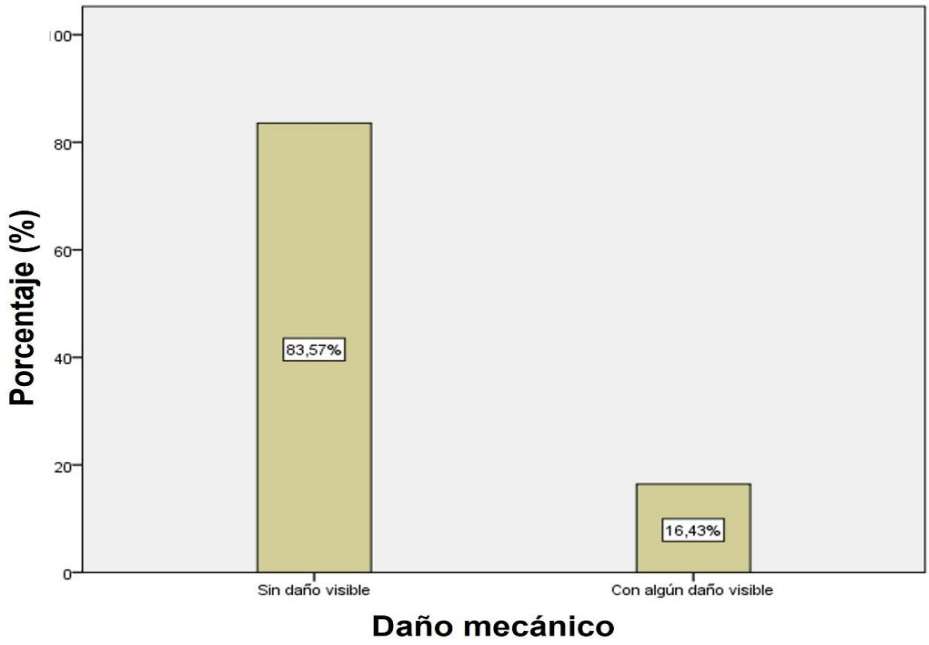
Nota: El estado fitosanitario se clasificó en tres categorías: Clase 1 (Sano), Clase 2 (Aceptablemente Sano) y Clase 3 (Enfermo).

3.2.2. Daño mecánico

Se observó daño mecánico en el 16.43% de las palmas evaluadas, mientras que el 83.57% no presentó daño visible atribuible a factores naturales o antrópicos (Figura 9).

Figura 9.

Distribución porcentual según presencia de daño mecánico en C. echinulatum (N=140)



Nota: El daño mecánico se evaluó en dos categorías: Clase 1 (Sin daño mecánico = 83.57%) y Clase 2 (Con daño mecánico = 16.43%).

3.3. Propuesta de Plan de Manejo Integral (PMI)

3.3.1. Diagnóstico

El cantón Pallatanga presenta condiciones climáticas (precipitaciones 1500-4000 mm, T° 10-20 °C) y topográficas (altitud 800-4200 m s.n.m., pendientes 25-70%) que, según el PDyOT (2021), limitan el uso agropecuario en el 93% del territorio, incrementando el riesgo de deslizamientos.

Antecedentes relevantes incluyen la reforestación de 7 ha por parte del MAATE en 2012 para mitigar la explotación de palma de cera en Pallatanga y Colta. En la comunidad de Mocata, (Caranqui, 2016). reportó que seis familias realizaban aprovechamiento anual de hojas sin manejo técnico, afectando la regeneración. Actualmente, *C. echinulatum* está catalogada como vulnerable debido a la deforestación, cosecha destructiva, lento crecimiento y ciclo reproductivo prolongado (hasta 80 años), lo que amenaza su supervivencia (León et al., 2019).

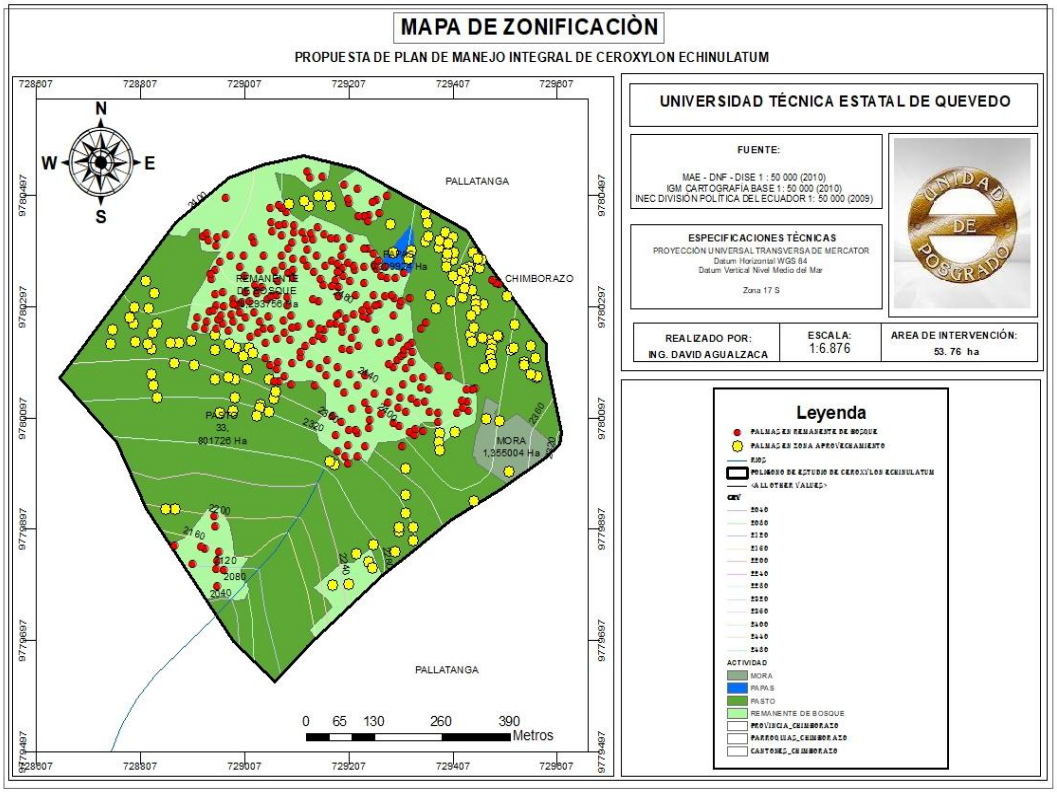
3.3.2. Zonificación

Basado en los resultados de distribución (Sección 1.1), se confirma la presencia de 433 individuos en 53.14 ha. Se delimitan dos zonas principales:

- Zona de Aprovechamiento (140 individuos): Incluye las subzonas de Cultivo de mora, Cultivo de papas y Pasto.
- Zona de Remanente de Bosque (293 individuos): Corresponde a la subzona de bosque, caracterizada por mayor densidad y pendientes pronunciadas (Figura 10).

Figura 10.

Mapa de Zonificación propuesto para el manejo de C. echinulatum



Nota: El mapa muestra la delimitación del área de estudio (53.14 ha) con las zonas de Aprovechamiento (puntos amarillos) y Remanente de Bosque (puntos rojos), indicando la presencia de una quebrada (línea azul) y las subzonas de uso de suelo (polígonos de colores).

3.3.3. Estrategias de Manejo Integral

Estrategias de conservación:

- Realizar estudios fenológicos para optimizar la recolección de semillas y seleccionar árboles semilleros.
- Implementar viveros permanentes para propagación, investigación y reforestación en áreas de aprovechamiento.

- Establecer corredores biológicos en áreas de bosque remanente para facilitar la regeneración natural.
- Desarrollar programas de sensibilización comunitaria para reducir el daño mecánico por actividades antrópicas.

Regulación del Aprovechamiento:

Contexto: Familias de Mocata recolectan hojas (principalmente de individuos jóvenes) anualmente para Semana Santa sin manejo sostenible (1-3 raquis/palma), vendiendo en atados de 25 raquis.

Propuestas:

- Limitar la extracción a un máximo de 2 raquis por individuo adulto.
- Implementar un ciclo de cosecha rotativo (ej., descanso de 4 años por sector).
- Promover la venta de artesanías con valor agregado en lugar de solo materia prima.
- Incentivar el uso de especies alternativas (romero, manzanilla, arrayán, hojas de maíz).
- Establecer senderos de observación para ecoturismo como alternativa económica y de conservación.

4.3.4. Seguimiento y Evaluación del PMI

Se propone un monitoreo mensual de las estrategias implementadas, incluyendo:

- Censos periódicos para evaluar la dinámica poblacional y la regeneración natural.
- Inspecciones para verificar el cumplimiento de las normas de aprovechamiento y prevenir daños mecánicos.
- Análisis económico anual para evaluar el impacto socioeconómico del PMI en la comunidad local.

4. Discusión

La modelación de la distribución espacial de especies forestales es fundamental para comprender patrones de diversidad, abundancia, ecología y hábitat (Briseño et al., 2023). En el caso de las palmas, la morfología de su copa en forma de penacho facilita su identificación remota, permitiendo caracterizar su distribución con mayor precisión. Los resultados de la presente investigación revelan que *Ceroxylon echinulatum* se encuentra en remanentes de bosque y en sistemas agrosilvopastoriles, lo cual coincide con lo reportado por Sanín y Galeano (2011), quienes documentan su presencia en ecosistemas naturales, bosques secundarios y contextos agroforestales.

Las poblaciones observadas en el área de estudio presentan una distribución fragmentada y localmente densa, lo cual se asocia directamente con la intervención antrópica, que ha limitado la conectividad del hábitat y reducido las posibilidades de propagación y dispersión de la especie. Este patrón ya había sido descrito por Pintaud y (Anthelme, 2008), quienes señalaron que las poblaciones de palma de cera tienden a aislarse en función de la presión humana. En concordancia, Anthelme et al. (2011) afirman que la regeneración natural de *C. echinulatum* se restringe a áreas boscosas conservadas, lo cual también fue evidenciado en esta investigación, donde no se registró regeneración fuera de los parches de bosque remanente.

Respecto a los parámetros dasométricos, la altura promedio registrada (21,95 m) se encuentra dentro del rango reportado para especies andinas del género *Ceroxylon*, que pueden alcanzar hasta 25 m (Sanín y Galeano, 2011). No obstante, algunos individuos de este género pueden superar los 50 m, como indican Trénel et al. (2008). La ecuación de Bernal (2007), que propone una altura máxima teórica de 56,52 m, coincide con estos valores extremos. Las diferencias observadas se atribuyen a factores como el nicho ecológico, la altitud, la disponibilidad de recursos y la variabilidad genética (Benítez et al., 2022), lo que explica la heterogeneidad estructural de la población evaluada.

En términos de estructura poblacional, los resultados también son consistentes con lo reportado por Miguez et al. (2020), quienes clasificaron a C. echinulatum en cinco etapas de desarrollo: plántula, juvenil uno, juvenil dos, pre-adulto y adulto. En el presente estudio, de los 140 individuos evaluados, solo 14 se encuentran en condiciones óptimas para un aprovechamiento sustentable, lo que representa una baja proporción de individuos maduros. Esta escasez de palmas adultas puede limitar la viabilidad reproductiva de la población y sugiere la necesidad de estrategias de conservación que favorezcan el reclutamiento natural y la protección de individuos juveniles, etapa considerada como la más productiva según Duarte y Montúfar (2012).

La propuesta de Plan de Manejo Integral (PMI) para C. echinulatum se sustenta en la urgencia de conservar la especie frente a amenazas como la deforestación y el uso no sostenible de sus hojas (Anthelme et al., 2011). El PMI se concibe como una estrategia que articula el uso múltiple de bienes y servicios ecosistémicos, combinando conservación, aprovechamiento racional y participación comunitaria (Beltrán et al., 2009; Kometter, 2023). Esta visión es coherente con la propuesta de Aguirre (2015), quien plantea que el manejo forestal debe integrar planificación, ejecución y monitoreo, orientados a garantizar la sostenibilidad ecológica y social de los ecosistemas.

En este contexto, se definió un área de 53,14 hectáreas para la implementación del PMI, considerando tanto los factores ecológicos como socioeconómicos

locales. La comunidad de Mocata, así como poblaciones cercanas como Pallatanga, dependen en cierta medida del uso de esta especie. A pesar de ello, tal como advierten Montúfar (2003); García y González (2017), los PMI en Ecuador no siempre reciben la atención institucional necesaria, debido al bajo valor económico percibido y a la limitada escala de aprovechamiento (Aguirre y Aguirre, 2021) enfatizan que esta subvaloración compromete los esfuerzos de conservación a largo plazo.

Las acciones propuestas para la implementación del PMI incluyen cinco actividades de conservación y cinco de aprovechamiento sostenible. Una de las recomendaciones clave es el uso controlado de dos raquis por individuo, considerando la edad fenológica y la zonificación del área. Este tipo de aprovechamiento, según Duarte y Montúfar (2012), no compromete el crecimiento foliar si se realiza adecuadamente. No obstante, el Ministerio del Ambiente (MAATE, 2021) ha sugerido sustituir las hojas de palma en usos ceremoniales por especies herbáceas como el romero y la manzanilla, lo que también podría aliviar la presión sobre las poblaciones naturales.

Entre las principales limitaciones del presente estudio se encuentra la representatividad espacial del muestreo, que se concentró en un área específica del cantón Pallatanga. Asimismo, no se abordaron variables micro climáticas ni edáficas que podrían influir significativamente en la distribución y desarrollo de C. echinulatum. Tampoco se evaluaron aspectos genéticos de las poblaciones, que serían relevantes para definir estrategias de conservación in situ y ex situ.

Futuras investigaciones podrían enfocarse en el análisis comparativo de poblaciones de *C. echinulatum* en otros sectores de la región andina del Ecuador, con especial atención a gradientes altitudinales y diferentes niveles de intervención humana. Asimismo, sería pertinente profundizar en estudios de regeneración asistida, dispersión de semillas y dinámicas poblacionales a largo plazo, así como en modelos de valoración económica que permitan justificar la implementación de PMI desde una perspectiva ecológica y social.

5. Conclusiones

La distribución espacial de *Ceroxylon echinulatum* en la comunidad de Mocata evidencia un patrón fragmentado, con poblaciones localmente densas en sistemas agroforestales y silvopastoriles, resultado de la presión antrópica y las limitaciones ecológicas para la dispersión de semillas. Esta dinámica confirma la necesidad de acciones orientadas a la restauración del hábitat y la conectividad ecológica.

Los parámetros estructurales y fitosanitarios evaluados indican que la mayoría de los individuos presentan condiciones favorables para su aprovechamiento racional, sin comprometer su integridad biológica. La especie cumple un rol

ecológico relevante al servir como soporte para fauna en peligro de extinción, lo cual refuerza su valor dentro de estrategias de conservación integradas.

La propuesta de Plan de Manejo Integral (PMI) desarrollada en este estudio se constituye como una herramienta técnica y socialmente viable, al integrar criterios ecológicos, productivos y comunitarios. Su implementación contribuiría a la regulación del uso de la especie, promoviendo un modelo de gestión forestal sostenible adaptable a contextos rurales andinos con alta biodiversidad y limitada gobernanza ambiental.

Contribución de los autores: Conceptualización, BDC-Q. MSLL-Q y MSC-P.; metodología, ODA-C. y EMJ-R.; software, ODA-C.; validación, EMJ-R.; análisis formal, MSC-P.; investigación, DOA-C.; recursos, DOA-C, BDC-Q y MSLL-Q.; redacción del borrador original, ODA-C.; redacción, revisión y edición, BDC-Q. MSLL-Q y MSC-P.; visualización, MSC-P.; supervisión, BDC-Q. y MSC-P Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no ha recibido financiación externa

Agradecimientos: Nuestro más sincero agradecimiento a todo el equipo de investigación por su dedicación en este documento. En especial, agradecemos a la Ing. Mercedes Carranza Patiño, M. Sc., y al Ing. Edwin Miguel Jiménez Romero, M. Sc., por su valioso aporte. Gracias a la revista Multidisciplinary Collaborative Journal por brindarnos la apertura y el apoyo para la publicación de este artículo científico.

Declaración de disponibilidad de datos: Los datos están disponibles previa solicitud a los autores de correspondencia: dagualzacac@uteq.edu.ec

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Bibliografía

Aguirre, O. A. (2015). Manejo Forestal en el Siglo XXI. *Madera y Bosques*, *21*, 17-28. https://doi.org/10.21829/myb.2015.210423

Aguirre, Z. H. A., & Aguirre, L. A. A. (2021). Estado actual e importancia de los Productos Forestales No Maderables. *Bosques Latitud Cero*, *11*(1), Article 1.

Anthelme, F., Lincango, J., Gully, C., Duarte, N., & Montúfar, R. (2011). How anthropogenic disturbances affect the resilience of a keystone palm tree in the threatened Andean cloud forest? *Biological Conservation*, *144*(3), 1059-1067. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.12.025

Beltrán, K., Salgado, S., Cuesta, F., León-Yánez, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., Cárdenas, A., & Velástegui, A. (2009). *Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador*. *032279*, 147.

Benítez, Á., Ramón, P., Sarango, M., & Torracchi-Carrasco, E. (2022). Spatial Patterns of Ceroxylon parvifrons (Engel) H. Wendl of the Montane Forests in Southern Ecuador. *International Journal of Forestry Research*, *2022*.

Bernal, M. (2007). *EL patron de crecimiento de la palma de cera (Ceroxylon quindiense)*. Universidad de Los Andes.

Briseño, J. M., Pulido Silva, M. T., Bautista, K., García Mera, A., Larios-Lozano, O., López Gutiérrez, B. N., López López, Y. A., Mendoza Cruz, Y., Monzalvo, R., & Ortega-Meza, D. (2023). Palm Sunday in central Mexico: Among sellers, palms and syncretism. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *19*(1), 22.

Caranqui, J. (2016). *Informe sobre situación actual de Ceroxylon echinulatum Galeano (Palma de ramos) en el cantón Pallatanga* (p. 7). ESPOCH y MAE. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/7947

Duarte, N., & Montúfar, R. (2012). Effect of Leaf Harvest on Wax Palm (*Ceroxylon Echinulatum* Galeano) Growth, and Implications for Sustainable Management in Ecuador. *Tropical Conservation Science*, *5*(3), 340-351. https://doi.org/10.1177/194008291200500308

García, L., & González, M. (2017). Investigación ecológica participativa como apoyo de procesos de manejo y restauración forestal, agroforestal y silvopastoril en territorios campesinos. Experiencias recientes y retos en la sierra Madre de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *88*, 129-140. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.10.022

Jácome, D. S. J. (2018). *Propuesta de estrategias de protección de ecosistemas asociados al Loro Orejiamarillo (Ognorhynchus icterotis) en los Andes del Norte del Ecuador a través de identificación de zonas prioritarias* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador PUCE]. http://repositoriointerculturalidad.ec/jspui/handle/123456789/2730

Kometter, R. (2023). *Manejo forestal sostenible*. https://www.researchgate.net/publication/370225616_MANEJO_FORESTAL_SOSTENIBLE

León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., & Navarrete, H. (2019). *Ceroxylon echinulatum*. Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador. https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/FichaEspecie/Ceroxylon%20echinulatum

MAATE. (2021, marzo 17). *Palma de Cera no se comercializará el Domingo de Ramos.* Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. https://www.ambiente.gob.ec/palma-de-cera-no-se-comercializara-el-domingo-de-ramos/

Mena, A. C. A. (2021). *Estudio de la cadena productiva de la especie Ceroxylon echinulatum Galeano (palma de ramos) en el cantón Colta provincia de Chimborazo (en línea). Riobamba, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.* [Investigación, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.]. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15949/1/33t00330.pd.

Miguez, S., Paniagua-Zambrana, N., & Moraes R., M. (2020). Population state, use and marketing chain of the Ramo Palm (Ceroxylon pityrophyllum), Arecaceae. *Ecología En Bolivia*, *55*(2), 127-139.

Montúfar, R. & P. (2003). IUCN Red List of Threatened Species: Ceroxylon echinulatum. *IUCN Red List of Threatened Species*. https://www.iucnredlist.org/es

Pintaud, J., & Anthelme, F. (2008). *Ceroxylon echinulatum en un sistema agroforestal del norte de Perú*. *52*, 96-102.

Ramírez, E., Cuenca, K., & Quizhpe, W. (2020). Manejo integrado de agroecosistemas en América Latina: Una opción para maximizar la producción resguardando la biodiversidad. *Tekhné*, *23*(1), Article 1. https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/4472

Sanín, M., & Galeano, G. (2011). *Una revisión de las palmas de cera andina,Ceroxylon (Arecaceae)*. *34*, 1-64.

Trénel, P., Hansen, M., Normand, S., & Borchsenius, F. (2008). *Landscape genetics, historical isolation and cross-Andean gene flow in the war palm, Ceroxylon echinulatum (Arecaceae). 17*(3528-3540).

Valencia, R., Montúfar, R., Navarrete, H., & Balslev, H. (2013). *Palma Ecuatoriana y uso Sostenible* (Primera, pp. 123-134). Imprenta Mariscal.