RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
Ano VII, v.1 2026 | submissão: 04/07/2026 | aceito: 07/07/2026 | publicação: 13/07/2026

Evaluación de la Biodiversidad y Factores Socioeconómicos en Áreas Afectadas por Incendios en el Bosque de Miombo, Sector del Alto Catumbela

Avaliação da Biodiversidade e Factores Socioeconómicos em Áreas Afectadas pelas Queimadas na Floresta de Miombo, Sector do Alto Catumbela

Assessment of Biodiversity and Socioeconomic Factors in Areas Affected by Fires in the Miombo Forest, Alto Catumbela Sector

Beatriz Ivone Raul Enoque – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade José Eduardo dos Santos (UJES), beatrizenoque700300@gmail.com
Orlis Barbara Alfonso Loret de Mola – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade José Eduardo dos Santos (UJES), orlis.mola@ujes.ao
Adriano Braga Bingo Bingo – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade José Eduardo dos Santos (UJES), adriano.bingobingo@ujes.ao
Dália Mateus de Jesus – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade José Eduardo dos Santos (UJES), daltiaf212@gmail.com
Ginhas Alexandre Manuel – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade José Eduardo dos Santos (UJES), ginhas.manuel@ujes.ao

Resumen:
Las perturbaciones de los ecosistemas terrestres son el resultado del aumento de la presión antropogénica, lo que hace que la evaluación integrada de la biodiversidad y los factores socioeconómicos asociados sean imprescindibles. El presente estudio se desarrolló en dos etapas metodológicas en el Sector del Alto Catumbela. En la primera etapa, se aplicó una encuesta estructurada a 145 residentes, de los cuales 95 respuestas fueron validadas para el análisis, correspondiente a un margen de error de menos de ± 10%. Los datos recogidos fueron analizados mediante estadísticas descriptivas basadas en frecuencias absolutas y relativas. Los resultados revelaron que el 60% de los encuestados reportaron la ocurrencia regular de incendios, y el 82,11% identificó la ignición antropogénica intencional como la principal causa de los incendios. Además, el 62% informó que recurrió al fuego para realizar actividades de caza y limpieza de campos agrícolas, el 52,63% reconoció impactos negativos directos en la diversidad de la fauna local y el 95% no mostró formación en educación ambiental. En la segunda etapa, la biodiversidad florística y faunística se caracterizó por el cálculo de los índices Shannon-Wiener (H'), la equitabilidad Pielou (J'), Menhinick, Margalef y Simpson (D). El análisis de las diez parcelas de muestreo mostró que la parcela 8 registró los valores más altos de diversidad para la flora y fauna. La comunidad faunística presentó un mayor rango de variación del índice H' (0.610–1.929) en comparación con la comunidad florística (0.660–1.359), lo que indica una variabilidad superior en la diversidad alfa de la fauna. A partir de los resultados de los índices ecológicos y la percepción de la comunidad, se diseñó una propuesta de restauración ecológica de acuerdo con los principios de la Sociedad para la Restauración Ecológica, manejo sostenible del uso del fuego.
Palabras clave: Conservación; diversidad de vegetación; Miombo; restauración ecológica.

Resumo:
As perturbações dos ecossistemas terrestres resultam da pressão antrópica crescente, tornando imperativa a avaliação integrada da biodiversidade e dos factores socioeconómicos associados. O presente estudo foi desenvolvido em duas etapas metodológicas no Sector do Alto Catumbela. Na primeira etapa, aplicou-se um inquérito estruturado a 145 moradores, dos quais 95 respostas foram validadas para análise, correspondendo a uma margem de erro inferior a ± 10%. Os dados recolhidos foram analisados por estatística descritiva com base em frequências absolutas e relativas. Os resultados revelaram que 60% dos inquiridos reportaram

ocorrência regular de incêndios, sendo que 82,11% identificaram a ignição antrópica intencional como a principal causa das queimadas. Adicionalmente, 62% declararam, que recorrem ao fogo para realizar actividades de caça e limpeza de campos agrícolas, 52,63% reconheceram impactos negativos directos sobre a diversidade faunística local e 95% evidenciaram ausência de formação em educação ambiental. Na segunda etapa, caracterizou-se a biodiversidade florística e faunística mediante o cálculo dos índices de Shannon-Wiener (H'), equitabilidade de Pielou (J'), Menhinick, Margalef e Simpson (D). A análise das dez parcelas de amostragem demonstrou que a parcela 8 registou os valores mais elevados de diversidade para flora e fauna. A comunidade faunística apresentou maior amplitude de variação do índice H' (0,610–1,929) comparativamente à comunidade florística (0,660–1,359), indicando variabilidade superior na diversidade alfa da fauna. Com base nos resultados dos índices ecológicos e a percepção comunitária, desenhou-se uma proposta de restauração ecológica segundo os princípios da Society for Ecological Restoration, gestão sustentável do uso de fogo.
Palavras-chave: Conservação; diversidade da vegetação; Miombo; restauração ecológica.

Abstract:
The disturbances of terrestrial ecosystems result from increasing anthropogenic pressure, making the integrated assessment of biodiversity and associated socio-economic factors imperative. The present study was developed in two methodological stages in the Alto Catumbela Sector. In the first stage, a structured survey was applied to 145 residents, of which 95 responses were validated for analysis, corresponding to a margin of error of less than ± 10%. The data collected were analyzed by descriptive statistics based on absolute and relative frequencies. The results revealed that 60% of the respondents reported regular occurrence of fires, and 82.11% identified the intentional anthropogenic ignition as the main cause of the fires. In addition, 62% reported that they resorted to fire to carry out hunting and cleaning activities of agricultural fields, 52.63% recognized direct negative impacts on local faunal diversity and 95% showed no training in environmental education. In the second stage, the floristic and faunal biodiversity was characterized by calculating the Shannon-Wiener (H') indexes, Pielou equitability (J'), Menhinick, Margalef and Simpson (D). The analysis of the ten sampling plots showed that plot 8 recorded the highest values of diversity for flora and fauna. The faunal community presented a greater range of variation of the H' index (0.610–1.929) compared to the floristic community (0.660–1,359), indicating superior variability in the alpha diversity of the fauna. Based on the results of ecological indices and community perception, a proposal for ecological restoration was designed according to the principles of the Society for Ecological Restoration, sustainable management of the use of fire.
Keywords: Conservation; vegetation diversity; Miombo; ecological restoration.

Introducción

Los bosques de Angola se caracterizan por una gran diversidad de especies, distribuidas en diferentes estratos de vegetación, albergando numerosas formas de vida que juegan un papel importante en el mantenimiento de los ecosistemas; además, es un recurso fundamental para satisfacer las necesidades de las poblaciones rurales (Dalu et al., 2021)

La biodiversidad ha estado disminuyendo, como resultado de actividades antropogénicas que contribuyen a la pérdida de hábitat, la degradación de la flora y la fauna, y que si no se

invierten reducirá los beneficios disponibles y necesarios para los medios de vida de las personas (FAO, 2020).

Babaera, al igual que muchos otros municipios del país, enfrenta desafíos derivados de las actividades humanas, entre ellos: incendios incontrolados, corte ilegal de madera, tala y quema de agricultura; estas prácticas pueden, por un lado, causar la degradación ambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero, exacerbando las condiciones climáticas adversas y, por otro, puede comprometer la biodiversidad y la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras. La implementación del presente estudio contribuye no solo a la evaluación y comprensión del estado de la biodiversidad, sino que también brinda apoyo a la información sobre los impactos socioeconómicos en el Sector del Alto Catumbela.

Marco Teórico

Patrimonio Forestal de Angola

Angola representa la altura global de la diversidad biológica, y se pueden reconocer cuatro tipos distintos de bosques: en primer lugar, los bosques cerrados, más extensos y ricos en especies, son aquellos con afinidad florística guineo-congolesa; en segundo lugar, áreas extremadamente limitadas de bosques afromontanos que se producen en las montañas más altas; un tercer tipo de bosque, que comprende elementos de la flora guineo-congolesa y zambeziana, se produce a lo largo de los bosques laderasEn forma si son parte del bioma de la sabana Méssica (Burgess et al., 2021).

Estructura, Composición y Ecología del Bosque de Miombo

Miombo es uno de los ecosistemas de sabana tropical más grandes del sur de África, que se extiende por alrededor de 2,7 millones de km2 y abarca países como Angola, Zambia, Tanzania, Malawi, Zimbabwe y Mozambique (Ryan, 2016). Miombo desempeña un papel crucial en la conservación de la biodiversidad, en la regulación de los ciclos climáticos e hidrológicos, así como en los medios de subsistencia de millones de personas que dependen de sus recursos para alimentos, energía, salud e ingresos (Lowe et al., 2000).

En Angola este bioma abarca principalmente las tierras altas de las provincias de Huambo, Benguela, Bié, Malanje, extendiéndose a las regiones de Lundas, Moxico, y Cubango; se

caracteriza principalmente por las especies de los géneros *Brachystégia*, *Julbernardia* e *Isoberlinia*, perteneciente a la familia Fabaceae, adaptada a climas tropicales y subtropicales, la la vegetación predominante es mayormente decidua, marcada estacionalidad (Olsson, et al., 2019)

Materiales y Métodos

En esta sección se describe sistemáticamente el diseño metodológico utilizado para evaluar la biodiversidad y los factores socioeconómicos en las zonas afectadas por incendios en el sector del Alto Catumbela. El sector se encuentra en el municipio de Babaera, provincia de Benguela, entre las coordenadas geográficas 12.8997553° S y 14.8016887° E, con una extensión territorial de 81,2 km2. El clima predominante es mesotérmico húmedo, con régimen de agua moderadamente lluviosa, temperatura media anual entre 22 °C y 35 °C, y precipitación media de 1 200 mm (Administración Municipal de Babaera, 2024). La vegetación corresponde a un mosaico de bosques de miombo (*Brachystégia* y *Julbernardia*), sabanas de arbustos, plantaciones de *Eucalyptus sp.*, pantanos estacionales y pastos secos, representativos del bioma de la sabana húmeda del Zambeze (Burgess et al., 2021; Huntley, 2023).

La selección del área se basó en la alta incidencia de incendios documentados por Global Forest Watch (2024), para la Provincia de Benguela, particularmente entre los meses de junio y octubre, con un pico entre los meses de agosto y septiembre. La topografía ondulada y la presencia de escarpas orientadas de este a oeste generan microclimas que modulan la distribución de la vegetación y la intensidad del fuego, estableciendo un gradiente de perturbación ideal para los estudios de biodiversidad y la restauración ecológica (Ribeiro et al., 2022; Falcão et al., 2024).



Figura 1- Ubicación geográfica del sector de la Ley de Catumbela. Fuente: adaptado del INE (2025)

Diagnóstico de Impactos Socioeconómicos

Se adoptó un diseño de investigación mixto, secuencial y complementario, con la integración de métodos cuantitativos para el componente socioeconómico, y métodos descriptivo-observacional para el componente ecológico. Este diseño permitió evaluar la percepción comunitaria con los indicadores ecológicos estudiados en el campo; así mismo permitió la triangulación de datos y la validez interna del estudio (Creswell & Creswell, 2018; Falcão et al., 2024).

Encuesta del Cuestionario Dirigido a la Población Local

La encuesta exploratoria fue la primera etapa de esta investigación de campo, para lograr la información relacionada sobre percepciones, experiencias directas con incendios y sus consecuencias ambientales, sociales y económicas en el Sector del Alto Catumbela y ayudar a comprender los posibles cambios en la biodiversidad desde el punto de vista de la población circundante.

Se utilizó un simple muestreo aleatorio; el instrumento consistía en un cuestionario estructurado con siete preguntas cerradas y una pregunta abierta, escrita en portugués y lengua umbund para asegurar la comprensión cultural y lingüística. Las dimensiones del cuestionario abarcaron: (i) ocurrencia y frecuencia de los incendios; (ii) causas atribuidas (humano vs. natural); (iii) motivaciones para el uso del fuego (agricultura, caza, renovación de pastos); (iv)

percepción de los impactos sobre la fauna y la productividad agrícola; y (v) nivel de conocimiento en la educación ambiental (FAO, 2021; Cunha, 2022).

Población y Tamaño de la Muestra

La población objetivo estaba formada por los habitantes adultos del Sector del Alto Catumbela. El universo total correspondió a N = 1 532 individuos, estimados a partir de registros administrativos locales. El tamaño de la muestra se determinó mediante la consulta de la tabla Glenn (1992), un instrumento que establece tamaños mínimos de muestra según el universo de la población y el margen de error tolerado (véase el apéndice 1). Se adoptó un nivel de confianza del 95% y un margen de error de ± 10%, el grupo objetivo fue principalmente individuos de entre 20 y 75 años, tanto hombres como mujeres, ya que según la naturaleza del estudio y las experiencias de campo.

Delimitación de Parcelas para Estudio Ecológico

Dentro del sector de Alto Catumbela, se delimitó un área de 10 hectáreas previamente georreferenciadas, se instalaron 10 parcelas de muestreo de 20 m × 20 m (400 m2 cada una), distribuidas aleatoriamente, siguiendo los protocolos de (Andrew, 2023 y FAO, 2013) para inventarios en bosques de mineombo, y estudios de biodiversidad. El tamaño de las parcelas seleccionadas se debió al hecho de que permite captar la variación estructural de las especies de madera sin comprometer la viabilidad operativa del trabajo de campo (Ribeiro et al., 2022).

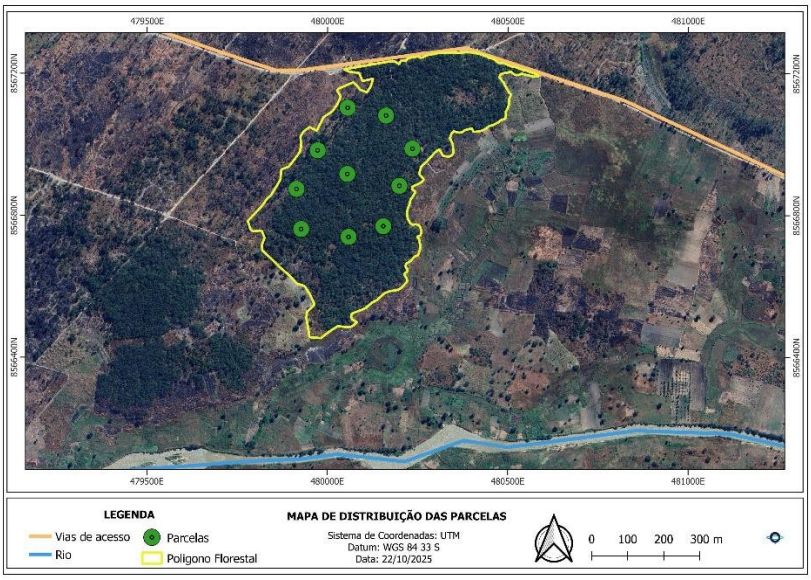

Figura 2- Distribución de gráficos de muestra en el área de estudio. Fuente adaptada de Google Hearth (2025)

Determinación de la Diversidad de Flora y Fauna

En cada parcela se contabilizaron todos los individuos leñosos con registro: (a) nombre local (en umbund y portugués); (b) nombre científico; (c) estrato vertical (arbóreo, arbusto). La identificación taxonómica se realizó in situ con la identificación de las especies de flora a través de la ayuda del manual de treinta especies de miombo angoleño por el autor Sanfilippo. Los insectos fueron identificados por familias o género, utilizando claves taxonómicas puestas a disposición por el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrícolas de Huambo. Las huellas indirectas de la fauna de vertebrados, como los desechos animales y los escondites, se registraron a través de la fotografía digital y las notas de campo.

Determinación de la Suficiencia de Muestreo de la Biodiversidad

Para evaluar si el esfuerzo de la muestra era representativo, se construyeron curvas de acumulación de especies (curvas de colector) utilizando los datos de abundancia por parcela. Este análisis se realizó utilizando el software BioDiversity Pro 2.0, aunque los cálculos descriptivos se mantuvieron en Excel para garantizar la reproducibilidad.

Procesamiento Estadístico de Datos de Biodiversidad E Índices Ecológicos

La evaluación de la biodiversidad se realizó a través de análisis estadísticos descriptivos, en el que se determinaron los índices de diversidad biológica, para identificar los factores relevantes asociados a los cambios en la biodiversidad en el área estudiada. Después de recopilar los datos, se organizaron y procesaron en la aplicación Excel. La suficiencia de muestreo se evaluó a través de curvas de acumulación de especies o curva colectora (Gotelli et al., 2001), construida con datos de abundancia de especies observados en las 10 parcelas de muestreo.

Resultados y Discusión

Percepción de la Comunidad sobre la Ocurrencia de Incendios, Sus Causas y el Uso en Actividades Agrícolas y de Caza

Según los datos obtenidos, el 60% de la población encuestada confirmó la ocurrencia regular de incendios en el Sector de Catumbela Superior (Figura 3A). La interpretación de estos datos se contextualiza dentro de la realidad climática del miombo angoleño, en el que los meses de junio a octubre constituyen el período de mayor incidencia de incendios, con un pico entre agosto y septiembre, según datos reportados por Global Forest Watch (2024).

Esta concentración temporal coincide con la estación seca, cuando la acumulación de biomasa herbácea y la reducción de la humedad ambiental crean condiciones propicias para la propagación del fuego. La coincidencia entre la percepción comunitaria y los datos de satélite refuerza la validez de la información etnográfica recopilada y demuestra que los agricultores y los productores de carbón vegetal del Alto Catumbela son observadores cualificados de los procesos de degradación ambiental que afectan a sus parcelas.

La percepción comunitaria de la ocurrencia regular de incendios en el Alto Catumbela encuentra resonancia en los estudios realizados en otros ecosistemas de sabana africana y arboledas secas. En un estudio realizado en el parque de la sabana de Burkina Faso (Niemeijer & Mazzucato 2021) se encontró que aproximadamente el 75% de los agricultores entrevistados reconocieron el origen antropogénico de los incendios, pero continuó utilizando el fuego por razones de conveniencia económica y falta de alternativas viables. Del mismo modo, en Mozambique, Sileshi y Mafongoya (2006) documentaron que los incendios en el miombo de Zambia son iniciados deliberadamente por agricultores, cazadores y productores de carbón, replicando el patrón observado en Angola.

Los resultados presentados en la Figura 3B muestran que alrededor del 82,11% de los incendios se atribuyen a la acción humana, según la percepción de la comunidad encuestada. Este alto porcentaje muestra que la población reconoce la influencia de ciertas actividades antropogénicas en la aparición de incendios. La percepción sobre el origen de los incendios revela una importante paradoja ambiental, porque aunque la comunidad reconoce el origen antropogénico del incendio y sus efectos negativos sobre la biodiversidad, esta percepción no necesariamente se traduce en la adopción de prácticas sostenibles de manejo de incendios.

Según Cunha (2022), el reconocimiento de los impactos negativos de los incendios no siempre se correlaciona con los cambios de comportamiento en las comunidades rurales africanas, donde las limitaciones económicas, tecnológicas y socioculturales perpetúan el uso del fuego como la principal herramienta de gestión de la tierra. Esta disociación entre el

conocimiento y la práctica es uno de los principales desafíos para la gestión integrada del fuego en el miombo angoleño.

Las principales justificaciones para el uso de los incendios persisten por las razones económicas, productivas y socioculturales que fomentan la continuidad de esta práctica en el Sector del Alto Catumbela. Los campos de limpieza por fuego representan una técnica de bajo costo económico y un alto rendimiento inmediato en términos de disponibilidad de mano de obra y tiempo de preparación del suelo. Muatendauafa & Cosme (2023) señala que en contextos de pobreza rural y falta de alternativas tecnológicas, el uso del fuego persiste como mecanismo de adaptación frente a la escasez de recursos financieros para la preparación de cultivos. Esta realidad es compartida por múltiples comunidades africanas de miombo, donde la agricultura de tala y quema es el sistema predominante de uso de la tierra.

En cuanto a las motivaciones para la quema, los resultados presentados en la Figura 3C muestran que el 62% de los encuestados consideran esta práctica necesaria para facilitar la limpieza de los campos agrícolas, siendo ampliamente aceptados y utilizados por la comunidad local. Entre los encuestados que desarrollan actividades ganaderas, la quema de vegetación a menudo se justifica como una estrategia para promover la renovación de los pastos y garantizar la disponibilidad de forraje para el ganado. Además, algunos participantes informaron que los incendios pueden favorecer ciertas actividades de caza. Estos resultados demostrar que, a pesar de la conciencia de los impactos ambientales asociados con el fuego, razones económicas, productivas y socioculturales que fomentan la continuidad de esta práctica en el Sector del Alto Catumbela.

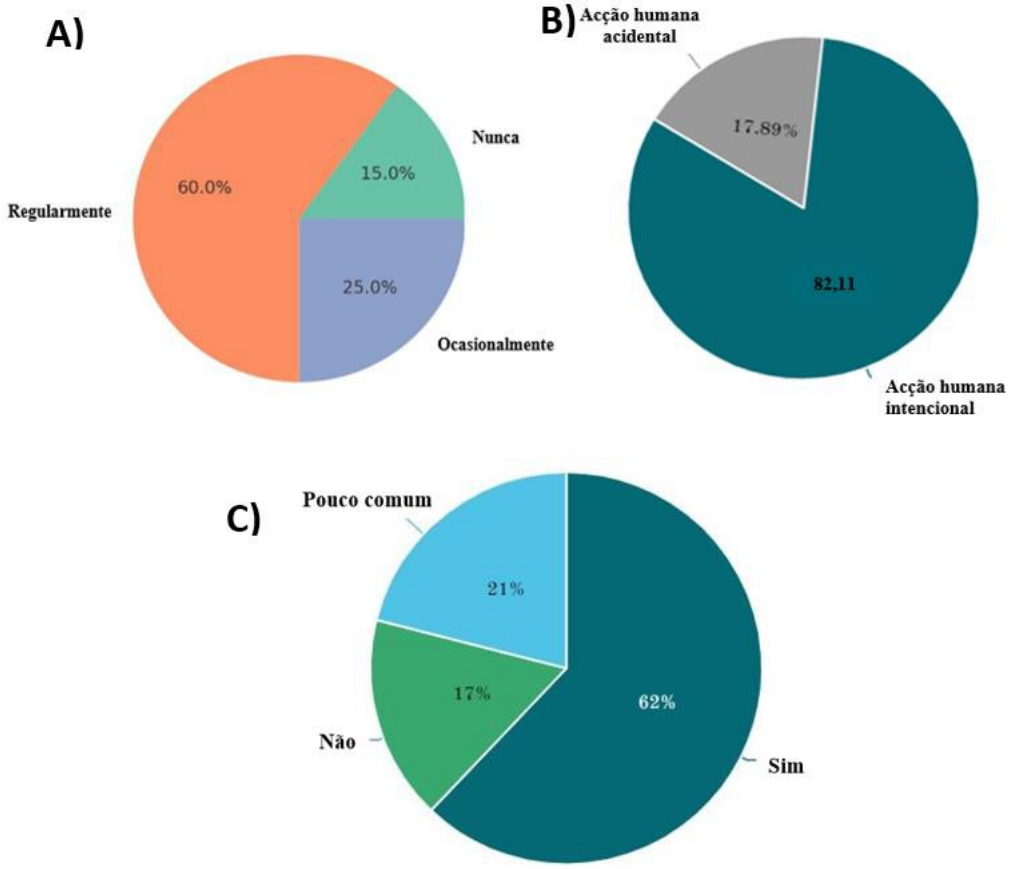

Figura 3 – Percepción de la comunidad sobre los incendios en el Sector del Alto Catumbela. (A) Porcentaje de encuestados que confirman la ocurrencia regular de incendios; (B) percepción sobre el origen de los incendios, destacando el predominio de la acción humana; y (C) principales justificaciones para el uso del fuego, a saber, la limpieza de los campos agrícolas, la renovación de los pastos y el apoyo a las actividades de caza.

Percepción Ambiental de la Comunidad sobre los Impactos de los Incendios

Más del 36% de los propietarios reconocen que los incendios tienen un impacto moderado en la biodiversidad de la fauna, mientras que el 52,63% de los encuestados considera que estas prácticas tiene un alto impacto en la diversidad faunística después de su aparición (Figura 4A).

Se observaron resultados similares en relación con el impacto sobre la productividad la agricultura, donde más del 63% de los encuestados reconocen los efectos negativos de los incendios producción agrícola (Figura 4B). Estos resultados corroboran los hallazgos de Gonsalves (2005), que evidencia una creciente conciencia entre los productores rurales sobre el daño causado al suelo después de sucesivos ciclos de uso del fuego, a saber, la volatilización del nitrógeno y la destrucción de la materia orgánica, factores que contribuyen a la reducción de la fertilidad a largo plazo (Cunha, 2022).

En cuanto a la percepción de los encuestados sobre la educación ambiental, los resultados muestran que solo el 5,2% tiene algún conocimiento en esta área, mientras que más del 94% afirman nunca haber recibido formación en educación ambiental (Figura 4C). Estos resultados refuerzan la necesidad de implementar estrategias de educación y concienciación ambiental orientadas a la gestión integrada de incendios, promoviendo prácticas más sostenibles y reduciendo la incidencia de incendios incontrolados en la comunidad (Oliveira, 2025).

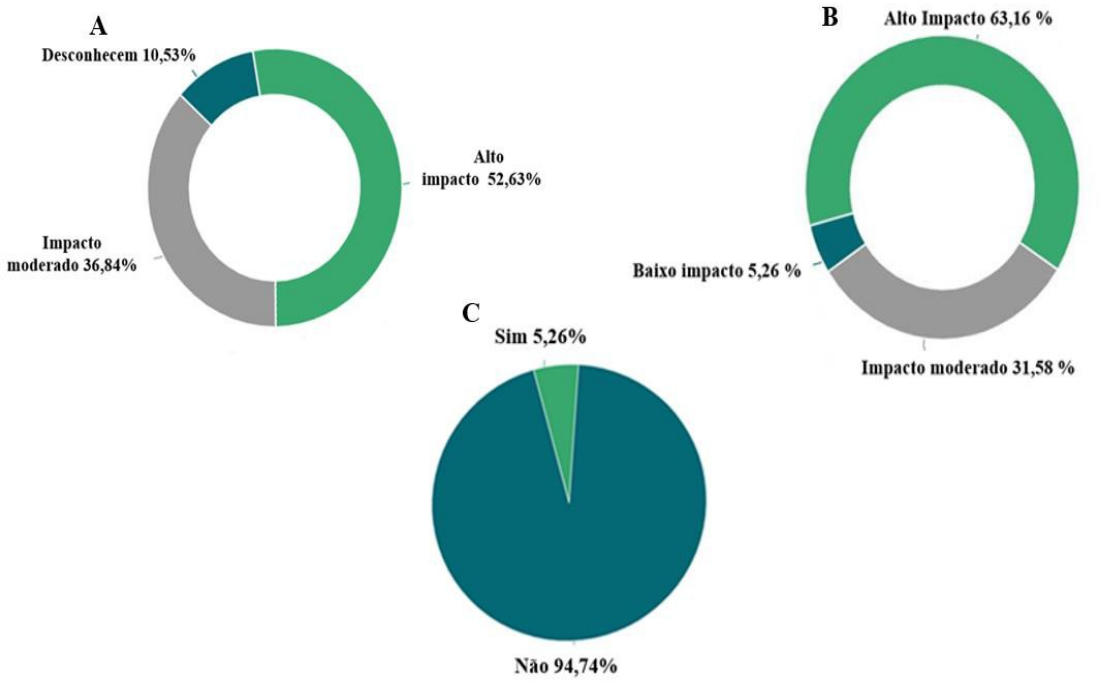

Figura 4-Percepción de la comunidad sobre los impactos de los incendios en el Sector del Alto Catumbela. A) Impacto de los incendios en la biodiversidad de la fauna; B) impacto de los incendios en la productividad agrícola; y (C) nivel de conocimiento sobre la educación ambiental en la comunidad encuestada.

Los agricultores del Alto Catumbela, a través de la observación empírica de la disminución de los ingresos en parcelas sometidas a quema repetida, internalizaron esta relación causa-efecto. Sin embargo, la persistencia del uso del fuego se explica por la ausencia de alternativas tecnologías viables y la escasez de recursos financieros para la implementación de prácticas de manejo sostenible del suelo (Muatendauafa et al., 2023).

El reconocimiento por parte de más de la mitad de la comunidad del Alto Catumbela sobre los impactos negativos de los incendios en la biodiversidad y la productividad agrícola coincide con las tendencias documentadas en otros países del miombo. En Mozambique, Chidumayo (2013) y colaboradores han demostrado que los incendios repetidos reducen la capacidad

competitiva de las especies boreales mineras, particularmente en suelos de baja fertilidad, que afectan la regeneración natural y la estructura de las arboledas.

En cuanto a la educación ambiental, la situación del Alto Catumbela refleja una carencia sistémica presente en gran parte del continente africano. Según la FAO (2010), los proyectos comunitarios de gestión de incendios en el miombo mozambiqueño han incorporado con éxito programas anuales de creación de capacidad en la temporada de preincendios, lo que demuestra que la educación ambiental contextualizada puede aumentar significativamente la participación de la comunidad rural en la planificación y ejecución de los planes de incendios prescritos.

Biodiversidad de Flora y Fauna a Través de Diferentes Índices Ecológicos

Abundancia Absoluta y Relativa de Parcelas de Muestra en Relación Con el Tipo de Flora

Se encontraron un total de 400 individuos en las parcelas del área de estudio, lo que evidencia una vegetación diversa, compuesta predominantemente por estratos arbóreos y arbustivos del miombo. Las 10 especies identificadas pertenecen a los géneros *Brachystégia* y Julbernadia, a saber: *Pericopsis angolensis*, *Syzygium guineense*, *Steganotaenia araliacea*, *Uapaca kirkiana*, *Brachystégia* longifólia, *Parinari sp.*, *Brachystégia* spiciformis, *Ochna schweinfurthiana*, *Brachystégia* boehmii y *Pterocarpus febrifugum* (Tabla 1). Las especies más abundantes fueron *Pericopsis angolensis* (140 individuos), *Syzygium guineense* (52 individuos) y *Steganotaenia araliacea* (50 individuos), lo que corresponde, respectivamente, a 14, 5,2 y 5 individuos/ha.

Del mismo modo, Manjate & Massuque (2019), al analizar la composición florística y la estructura de la vegetación de la sabana de miombo en diferentes ambientes del distrito de Sanga, norte de Mozambique, constataron la abundancia de *Brachystégia* boehmii, *Syzygium guineense* y *Pericopsis angolensis*. Los mismos autores refieren que, en países como Mozambique, Tanzania y Malawi, los géneros *Brachystégia* y *Julbernardia* son característicos de este tipo de ecosistema, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, realizado en el Sector del Alto Catumbela.

Tabla 1- Lista de especies de flora encontradas en las parcelas de la zona estudiada

Familia	Nombre científico	Nombre Local	No de individuos

Myrtaceae	*Sygium guineense*	*Akula-kula*	82
Fabaceae	*Pericopsis angolensis*	*Omako*	5
Fabaceae	*Brachystégia boehmii*	*Ussamba*	2
Myrtaceae	*Steganotaenia araliacea*	*Oloncha*	1
Fabaceae	*Psorospermum febrifugum spach*	*Oneko*	40
Myrtaceae	*Paripinari curatellifolia*	*Uchia*	8
Myrtaceae	*Uapaca kirkiana*	*Lombulwa*	1
Fabaceae	*Brachystégia spiciformis*	*Omanda*	12
Fabaceae	*Brachystégia longifólia*	*Ussombo*	16
Fabaceae	*Ochna schweinfurthiana*	*Omia*	12
Myrtaceae	*Sygium guineense*	*Akula-kula*	31
Fabaceae	*Pericopsis angolensis*	*Omako*	1
Fabaceae	*Brachystégia boehmii*	*Ussamba*	1
Myrtaceae	*Steganotaenia araliacea*	*Oloncha*	1
Total		**400**	

De manera similar, Nanvonamuquitxo (2019) registró una mayor representatividad de especies de la familia Fabaceae al analizar la estructura y diversidad de un bosque de miombo en Taratibu, norte de Mozambique, patrón coherente con los resultados aquí obtenidos. La presencia de *Syzygium guineense* como segunda especie más abundante en el Alto Catumbela coincide con su registro como especie frecuente en el miombo húmedo de Zambia y Tanzania, donde presenta valores significativos del Índice de Valor de Importancia (IVI) (Kalaba et al., 2013). En Tanzania, esta especie fue reportada como muy explotada por su madera de calidad y en estado de extinción comercial en áreas de alta utilización (Whittaker et al., 2014). Su dominancia en el Alto Catumbela podría interpretarse tanto como un indicador de resiliencia frente al fuego como una señal de alerta sobre la presión selectiva ejercida por la extracción de madera, dado que los productores de carbón vegetal podrían estar evitando cortarla por su valor comercial o por la dificultad de corte, permitiendo su acumulación demográfica.

Suficiencia de la Muestra Florística

Para verificar la suficiencia de la muestra en relación con la flora inventarada, se determinó la curva de acumulación de especies, también llamada curva colectora. El análisis de la curva

reveló que a partir de la gráfica No. 7 se alcanzó el punto de inflexión, es decir, las parcelas posteriores dejaron de registrar nuevas especies, indicando que la muestra realizada es representativa de las 10 hectáreas inventariadas y que, en las condiciones ambientales estudiadas, la aparición de nuevas especies es poco probable (Figura 5).

En el presente estudio, la estabilización temprana de la curva se asocia con el hecho de que se trata de un bosque de miombo de hoja caduca con evidentes indicaciones de perturbación humana, a saber, los incendios recurrentes, que reduce la diversidad florística y acelera la estabilización de la curva. El comportamiento observado en el Alto Catumbela difiere del reportado por João (2016), cuyo estudio de referencia se realizó en un bosque semi-caducifólico de miombo sin perturbación humana en Mozambique, donde la mayor diversidad florística requirió un mayor número de parcelas para lograr la estabilización de la curva de acumulación de especies.

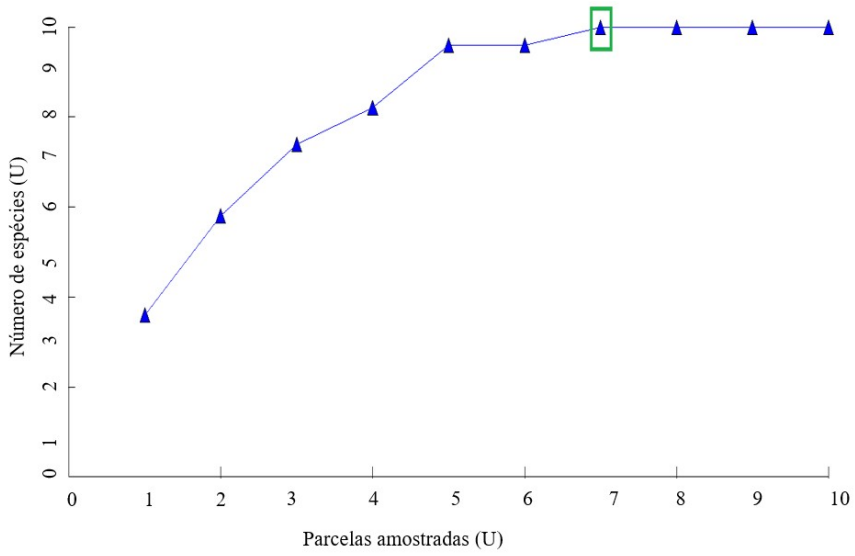

Figura 5- Curva de acumulación de especies (curva del colector) registrada en el sector del Alto Catumbela.

Parámetros Ecológicos de la Flora

La diversidad de especies en el área de estudio, medida por el índice de diversidad de Shannon (H'), presentó valores por debajo de 2 en todas las parcelas, que oscilan entre 0,66 y 1,33 (Tabla 2), lo que indica una baja diversidad en el ecosistema estudiado Mate et al. (2014). Los resultados del índice Shannon del presente estudio son cercanos a los encontrados por Vilanculos & Mucudos (2013), (1.2 a 1.4) y Almeida (2015), (1.59 a 1.96) , que informan

los valores de Shannon en un bosque de montaña de hoja perenne de la reserva de Moribane. Sin embargo, estos resultados difieren de los reportados por João (2016) que obtuvieron valores más altos (3.07 y 3.90) para el bosque de miombo semi-caducifolio sin perturbaciones en Mozambique. Esta discrepancia refuerza la hipótesis de que la perturbación antropogénica reduce drásticamente la diversidad de Shannon al eliminar especies raras y exclusivas de ciertas parcelas (Fischer, 2014).

En Tanzania, Shirima et al. (2011) obtuvo índices de Shannon de 1,05 y 1,25 en maderas de miombo, mientras que en paisajes del oeste de Usambara, Munishi et al. (2008) informaron de diversidades de 2.7. En el miombo de Zambia, Kalaba et al. (2013) encontró valores de 2,8 en bosques maduros, mostrando que la diversidad de la Catumbela Superior se encuentra en el extremo inferior de la gama regional. Esta posición extrema en el gradiente de diversidad se puede explicar por la combinación de fuego recurrente, extracción de madera y aislamiento biogeográfico del bosque estudiado.

El índice Simpson indicó la existencia de dominio ecológico en el área de estudio, con valores cercanos a 0,4 en la mayoría de las parcelas. Este resultado sugiere una probabilidad de aproximadamente el 40% de dos individuos seleccionados al azar que pertenecen a la misma especie, mostrando un mayor predominio de algunas especies, como *Pericopsis angolensis* (familia Fabaceae). En comparación, los estudios en humedales tropicales de Nigeria informaron valores de Simpson (1-D) de 1,86 en bosques no perturbados, mientras que en los bosques con perturbaciones los valores fueron extremadamente bajos (0.033), lo que evidencia la sensibilidad de este índice a la perturbación (Springer, 2025).

El Índice Recíproco de Simpson (1/D) osciló entre 2,17 y 4,40, y la parte P1 presentó el valor más alto (1/D = 4,40), este valor muestra una mayor diversidad específica y una menor dominancia ecológica. Sin embargo, la gráfica P5 registró el valor más bajo (1/D = 2,17), este valor sugiere que la parcela está dominada por pocas especies. En general, los valores observados del Índice Recíproco de Simpson indican una diversidad de moderada a alta entre las parcelas, existen diferencias en la composición y distribución de la especie.

En cuanto a la riqueza específica, expresada por el índice Margalef (Dmg), había poca riqueza en todas las parcelas, con valores entre 0,09 y 1,13 (Tabla 2). La gráfica 8 presentó una mayor riqueza relativa, asociada con el mayor número de especies (S=5), mientras que la parte 1, a pesar de tener el mismo número de especies, reveló un valor reducido del índice, debido al alto número total de individuos (N). Estos resultados están en línea con los estudios ecológicos que destacan la importancia de la combinación de riqueza y distribución de la abundancia en la caracterización de la diversidad biológica (Magurran, 2004)

El índice de Menhinick osciló entre 0,47 (parcel 2) y 0,83–0,85 (gráficos 7 y 8), lo que indica, en general, una riqueza específica baja. La parte 8 destaca por tener una mayor diversidad relativa, mostrando una relación más equilibrada entre el número de especies y el número total de individuos.

Con respecto a la equidad de Pielou, los valores encontrados en la Catumbela Superior, (J' = 0,739-0,951) son comparables a los informados por Manjate et al. (2025), en Mozambique (Pielou = 0,6). Por otro lado, estos valores son inferiores a los esperados para los bosques maduros donde la distribución de los individuos entre especies es más equitativa.

Tabla 2 - Índices de diversidad de flora por porción de muestreo: índices de diversidad de Shannon (H'), Margalef (Dmg), Menhinick (Dmn), Simpson (D), Simpson recíproco (1/D) y Pielou (J').

Parcel	En Indiv.	Shannon (H')	Simpson (D)	1/D	Margalef (R)	Dmn (Menhinick)	Pielou (J')
P1	43	1,660	0,227	4,40	0,09	0,52	0,948
P2	140	1,333	0,278	3,59	0,701	0,47	0,951
P3	26	1,191	0,429	2,33	0,798	0,61	0,873
P4	12	0,887	0,296	3,38	0,800	0,87	0,836
P5	18	0,918	0,461	2,17	0,69	0,70	0,889
P6	40	1,234	0,318	3,15	0,81	0,63	0,891
P7	23	1,229	0,262	3,82	0,95	0,83	0,944
P8	34	1,116	0,457	2,18	1,13	0,85	0,739
P9	**34**	**1.251**	**0.313**	**3,19**	**0,85**	**0,68**	**0.930**
P10	30	1,055	0,428	3,33	0,88	0,73	0,841

Diversidad de Parcelas de Muestra en Relación Con el Tipo de Fauna

En base a los datos recogidos, el área estudiada presenta una comunidad faunística dominada por invertebrados, con énfasis en insectos de diferentes órdenes, además de algunos representantes de arácnidos, moluscos y vertebrados anfibios. En total, se registraron 213

individuos (Tabla 3), distribuidos en diversas categorías taxonómicas, lo que refleja una estructura ecológica típica de los ambientes tropicales terrestres (Stephen, 2001).

Hubo una gran abundancia de insectos, particularmente grupos tales como langostas del género (*Locusta sp.*, n=82), cucarachas (*Blaptica dubia*, n=40) y termitas (*Odontotermes sp.*, n=31). La abundancia de cucarachas, saltamontes y termitas observadas en este estudio está en línea con la descrita por Jouquet al. (2011), que destacan las termitas como organismos clave en los ecosistemas tropicales, especialmente en los ambientes de sabana y los bosques abiertos, donde contribuyen significativamente al ciclo de nutrientes y la modificación de la estructura del suelo. El predominio de estos grupos sugiere que el área tiene condiciones edáficas y climáticas favorables a la descomposición de la actividad, que es típica de ambientes con acumulación de materia orgánica (Roh, 2024).

En Mozambique, los estudios sobre la distribución y diversidad de termitas en diferentes usos de la tierra han demostrado que estos insectos son sensibles a la perturbación, pero que ciertos géneros oportunistas como Odontotermes pueden mantener poblaciones altas en áreas degradadas (Science Publishing Group, 2022).

La presencia de depredadores como arañas (*Latrodectus sp.*) y chinches (*Reduvius acanthaspis* y *Podisus nigrispinus*), aunque en baja abundancia, indica la existencia de niveles tróficos superiores. La baja abundancia de anfibios en las parcelas muestreadas, en comparación con otros estudios en bosques húmedos de miombo donde anfibios como *Amietophrynus* son más frecuentes, refleja la reducción de microhábitats húmedos asociada a los incendios recurrentes, ya que los anfibios son muy sensibles a los cambios ambientales y funcionan como bioindicadores de la integridad ecológica (Grant, 2016). Además, la presencia de milpiés (*Archispirostreptus gigas*) y larvas de lepidópteros (*Spodoptera sp.*), aunque en baja abundancia, refuerza la existencia de cadenas tróficas basadas en la descomposición, como se describe en estudios de evolución y ecología (Nimmo, 2015).

Tabla 3 - Composición faunista y abundancia de especies registradas en el sector del Alto Catumbela.

Nombre científico	**Nombre Local**	**No de individuos**
Locusta sp.	Gafanhoto	82
Latrodectus sp.	Aranha	5
Ordem Lepdopteta	Borboleta diurna	2
Achatina fulica	Caracol	1
Blaptica dúbia	Barata	40
Strategus sp	Scaravelo	8

Spodoptera sp.	Larva	1
Grillus assimilis	Grilo negro	12
Reduvius acanthaspis	Percevejo	16
Systerme grandis	Cupim grande	12
Odontotermes sp.	Salalé	31
Archispirostreptus gigas	Milípede africano	1
Epipedobates tricolor	Sapo-do-mato	1
Podisus nigrispinus	Percevejo	1
Total		**213**

Índices de Diversidad de Fauna por Parcela de Muestreo

La Tabla (4) presenta los valores obtenidos para cada porción de muestreo de la composición faunística; los resultados de los índices ecológicos, en la mayoría de las parcelas presentaron una diversidad moderada, con valores de Shannon entre 0,61 y 1,92. La porción P8, que presentó los valores más altos de la diversidad de Shannon (H' = 1.929) y la riqueza de Margalef (R = 1,15), que indica una alta diversidad de fauna, un resultado asociado con el mayor número de especies (S = 7) y una distribución relativamente equilibrada de los individuos.

Esta cifra indica una comunidad estructuralmente más compleja y ecológicamente estable (Yizhou, 2024). Por otro lado, las parcelas 9 y 10 mostraron valores por debajo de 0,70, lo que indica baja diversidad y predominio de pocas especies, que pueden ser relacionados con factores como la limitación del hábitat, la presión ambiental o la reducción de la heterogeneidad ecológica.

Las parcelas como P6 (H' = 0,682; D = 0,511) y P3 (H' = 0,867; D = 0,499) mostraron un alto dominio y baja diversidad, lo que sugiere el predominio de pocas especies.

Los resultados del índice de Simpson (D) indicaron un mayor dominio de las especies en todas las parcelas, lo que sugiere la concentración de individuos en unas pocas especies, mientras que la parcela 1 tiene una menor dominancia (D = 0,12), lo que refleja una mayor distribución relativa entre las especies presentes. El análisis del índice recíproco (1/D), fue mayor en P1 (8,26) y tiene la mayor diversidad efectiva, sin embargo, las parcelas 9 y 6 tienen valores más bajos, reforzando una mayor dominación.

Sin embargo, el índice de Margalef osciló entre (0,09) P6 y (1,15) P8, el mayor número de riqueza que se observó en Parcel 8, confirma así el patrón ya identificado en el índice de Shannon, y refuerza que esta porción tiene una fuerte heterogeneidad faunística. Los valores altos de Pielou variaron entre (J' = 0,983) en P6, (J' = 0,894) P5 e(J' = 0,09) P3. El paquete 6 mostró una alta equitabilidad, lo que indica una distribución casi uniforme de los individuos entre las especies, a pesar del bajo número de especies (S = 2).

Las parcelas (10, 7 y 4) mostraron valores reducidos, lo que indica una menor riqueza específica proporcional al número total de individuos, por lo que la comunidad es menos diversa. La presencia de depredadores, como las arañas (*Latrodectus sp.*) y las chinches (*Reduvius acanthaspis* y *Podisus nigrispinus*), aunque en menor número, es ecológicamente relevante, contribuye a la regulación de las poblaciones de insectos. Según (Ulrich, 2019), la reducción de los depredadores en los ecosistemas simplificados puede conducir al aumento de las especies dominantes y la disminución de la estabilidad ecológica.

Tabla 4 - Índices de diversidad de fauna por porción de muestreo.

Parcel	S	En Indiv.	Shannon (H')	Simpson (D)	1/D	Margalef (R)	Dmn (Menhinick)	Pielou (J')
P1	4	33	0,867	0,121	8,26	0,858	0,70	0,620
P2	3	42	0,896	0,481	2,08	0,053	0,46	0,271
P3	3	6	0,867	0,499	2,01	0,333	1,22	0,090
P4	**4**	**22**	**1.273**	**0.300**	**3,32**	**0.136**	**0,85**	**0.660**
P5	3	25	0,982	0,368	2,72	0,08	0,60	0,894
P6	2	26	0,682	0,511	1,96	0,038	0,39	0,983
P7	3	10	0,943	0,420	2,38	0,20	0,95	0,859
P8	7	37	1,929	0,289	3,46	1,15	1,66	0,753
P9	2	10	0,610	0,580	1,72	0,635	0,63	0,423
P10	2	2	0,637	0,554	1,80	0,111	0,67	0,441

Consideraciones Finales

Los resultados muestran que la comunidad del Sector de Alta Catúmbela reconoce los impactos negativos de los incendios en la biodiversidad y la productividad agrícola. Sin embargo, el uso del fuego sigue siendo una práctica recurrente en las actividades agrícolas, mostrando una contradicción entre la percepción de los impactos y el comportamiento adoptado. El bajo nivel de formación en educación ambiental refuerza la necesidad urgente de programas de sensibilización y formación que promuevan prácticas sostenibles de gestión de incendios.

El análisis de los índices ecológicos en las diez parcelas de muestreo reveló niveles moderados de biodiversidad, tanto en la comunidad florística como en la fauna, con una estructura hete-rogénea entre parcelas. La comunidad de fauna presentó una mayor variabilidad de la diversidad alfa en comparación con la comunidad florística. Los patrones observados reflejan perturbaciones antropogénicas asociadas con incendios recurrentes.

Se desarrolló un plan de restauración ecológica orientado a la recuperación de flores mineo-tas con degradación, contemplando acciones de reforestación con especies nativas, control del uso del fuego y monitoreo de la biodiversidad, con el fin de restaurar la estructura y funcionalidad de los ecosistemas afectados en el Sector del Alto Catumbela.

Referencias

Burgess, N. D. (2021). Ecoregions of Angola: Biogeographic classification and conservation status. Global Ecology and Conservation, 28. doi: https://10.1016/j.gecco.2021.e00189.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.

Cunha, M. C. (2022). Pereception of fire and its impacts by tradicional populations. a systematic review. Journal of Enviromental Management, 310, 114-756.

Dalu, M. T. B., Gunter, A. W., Makatu, M., Dowo, G. M., Dondofema, F., & Dalu, T. (2021). Contribution of natural forest products to rural livelihoods at Mavunde and Sambandou villages, Vhembe Biosphere Reserve, South Africa. Sustainability. 13(8), 4252. https://doi.org/10.3390/su13084252.

Falcão, M. S. (2024). Restoration ecology and succession dynamics in degraded Angolan forests. Restoration Ecology, 32(2), 234-247. doi:https://doi.org/10.1111/rec.14012.

(FAO). (2021). Integrated fire management: Background. Obtido de https://www.fao.org/forestry/firemanagement/.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). The State of the World's Forests: Forests, biodiversity and people. Rome: https://doi.org/10.4060/ca8642en.

Glenn, C. R. (1992). Sampling strategies for biological surveys. In Applied Ecology and Natural Resource Management (pp. 45–62). Cambridge University Press.

Gotelli, N. J. (2001). Estimating species richness and diversity: A guide to methods and software. Ecological Informatics, 58. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101089

Grant, E. H. (2016). Quantitative evidence for the effects of multiple drivers on amphibian populations. Nature, 540, 259–262. doi:https://doi.org/10.1038/nature20580.

Huntley, B. J. (2023). Profiles of Angola's Biomes and Ecoregions. In Ecology of Angola: Terrestrial Biomes and Ecoregions (pp. 43–68). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18923-4_3 a.

Jouquet, P., Traoré, S., Choosai, C., Hartmann, C., & Bignell, D. (2011). Influence of termites on ecosystem functioning: Ecosystem services provided by termites. European Journal of Soil Biology, 47(4), 215–222. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2011.05.005.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2000). 100 of the world's worst invasive alien species: A selection from the Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group (ISSG), Species Survival Commission, IUCN. https://www.iucngisd.org/gisd/100_worst.php.

Manjate, M. J., & Massuque, J. Z. (2019). Composição florística e estrutura da vegetação da savana de miombo em dois ambientes distintos no distrito de Sanga Norte de Moçambique. Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.10, n.1. Obtido em 18 de 03 de 2025.

Muatendauafa, A. S., & Cosme, S. F. (2023). Participação das comunidades loccais na mitigação de queimadas descontroladas no Parque Nacional de Chimanimani em Moçambique. Recima 21- Revista Científica Multidisciplinar, 4, 483-777. doi:10.47820/recima21.v4i8.3777.

Niemeijer, R., & Mazzucato, V. (2021). Fire use practices, knowledge and perceptions in a West African savanna parkland. Fire, 4(2), 34.

Nimmo, D. M. (2015). Vive la résistance: reviving resistance for 21st century conservation. Trends in Ecology & Evolution.514–523. Obtido em 12 de 12 de 2024.

Oliveira, M. I. (2025). Integrated fire management as an adaptation and mitigation strategy to altered fire regimes. Comunications Earth & Eviroment, 6, 202. doi:10.1038/s43247-025-02165-9.

Olsson, L., Barbosa, H., Bhadwal, S., Cowie, A., Delusca, K., Flores-Renteria, D., Jobbagy, E. (2019). Mudanças Climáticas e Degradação da Terra. 245_347.

Ribeiro, J. M. (2022). Floristic composition and soil gradients in miombo woodlands. Plant Ecology. 223(7), 789-802. doi: https://doi.org/10.1007/s11258-022-01234-1.

Roh, D. (2024). Effects of termites and beetle larvae on decomposition. 452. doi:https://doi.org/10.3390/d16080452.

Science Direct. (2022). Soil fertility in slash and burn agricultural systems in central Mozambique. Agriculture, Ecosystems & Environment, 340, 108-120. https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108120.

Timberlake, J. C. (2011). Miombo Ecoregion Vision report, Occasional publications in Biodiversity report. Biodiversity foundation for Africa.

Ulrich, B. B. (2019). Redator traits determine food-web architecture across ecosystems. Nature Ecology & Evolution. 3, 919–927. https://doi.org/10.1038/s41559-019-0899-x.

Vilanculos, A. J., & Mucudos, C. (2013). Análise Ecológica do Ecossistema Florestal de Moribane. 32 p.

Agradecimientos

La realización de esta tesis de maestría no habría sido posible sin el Programa de Apoyo a la Educación Superior en Angola (UNI.AO), una iniciativa financiada por la Unión Europea e implementada por Expertise France, a través de la concesión de becas. Este apoyo fue decisivo para la continuidad de mi formación académica.