



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA

**Inventario florístico del Bosque Seco Tropical adyacente a la Reserva Ecológica Arenillas.
2024**

AUTOR

Arturo Widberto Sánchez Asanza

TUTOR

Alex Dumany Luna Florín

MACHALA

2024

DEDICATORIA

Como recompensa a las oraciones, al esfuerzo y apoyo incondicional

A mis padres Arturo y Virginia que desde el cielo velan por mi futuro y mi vida en general, a mis hermanas, hijos, nietas que me han enseñado el valor de la vida y el valor de los estudios en la formación personal.

AGRADECIMIENTO

A mi querida familia por la confianza, apoyo incondicional y amor que me han brindado para alcanzar mis ideales.

Al Ing Alex Luna, Ing. Irán Rodríguez, Ing. Leonor Rivera quienes han sido aporte fundamental para culminar mi proyecto de investigación y motivarme a continuar aprendiendo.

Agradezco a los dirigentes comunitarios de Arenillas, Tahuín, Palmales, Chacras, por la ayuda brindada durante mi fase de campo e interés en estudiar y proteger los remanentes del bosque seco.

Al grupo de estudiantes de Ingeniería Ambiental que acompañaron desinteresadamente en los trabajos de campo y actividades concernientes al proyecto y han sido de gran ayuda para culminar exitosamente la investigación.

Agradezco de manera especial a Brigitte R. por la ayuda y motivación brindada para la culminación de mis estudios.

Agradezco a quienes han compartido alegrías, tristezas y conocimiento durante el tiempo de formación profesional.

Gracias totales.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Arturo Widberto Sánchez Asanza con número de cédula: 0702056599, declaro que el trabajo de “INVENTARIO FLORÍSTICO DEL BOSQUE SECO TROPICAL ADYACENTE A LA RESERVA ECOLÓGICA ARENILLAS. 2024”, en opción al título de Magister en RECURSOS NATURALES RENOVABLES CON MENCIÓN EN MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES, es original y auténtico; cuyo contenido: conceptos, definiciones, datos empíricos, criterios, comentarios y resultados son de mi exclusiva responsabilidad.

Blgo. Arturo Widberto Sánchez Asanza

Número de cedula: 0702056599

Machala, 2024/noviembre/12

REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN

Inventario Florístico

INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %

INDICE DE SIMILITUD

1 %

FUENTES DE INTERNET

0 %

PUBLICACIONES

0 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.bibliotecadigitaldebogota.gov.co

Fuente de Internet

<1 %

2

www.scielo.org.co

Fuente de Internet

<1 %

3

revista.seaic.es

Fuente de Internet

<1 %

4

Saldaña-Vázquez, Romeo A., Vinicio J. Sosa,
Luis I. Iñiguez-Dávalos, and Jorge E.
Schondube. "The role of extrinsic and intrinsic
factors in Neotropical fruit bat-plant
interactions", Journal of Mammalogy, 2013.

Publicación

<1 %

5

publicaciones.inecol.mx

Fuente de Internet

<1 %

6

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

7

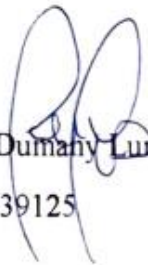
researchonline.jcu.edu.au

Fuente de Internet

<1 %

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Alex Dumany Luna Florín. MSc. con C.I. 0703439125 tutor del trabajo **“Inventario florístico del bosque seco adyacente a la Reserva Ecológica Arenillas. 2024”**, en opción al título de Magister en Recursos Naturales Renovables con Mención en Manejo y Preservación de los Recursos Naturales, ha sido revisado, enmarcado en los procedimientos científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por el Centro de Posgrado de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentado a evaluación.



Ing. Alex Dumany Luna Florín. MSc.
C.I. 0703439125

Machala, 2024/Noviembre, 13

CESIÓN DE DERECHO DE AUTORÍA

Yo, Arturo Widberto Sánchez Asanza con número de cédula: 0702056599, declaro que el trabajo de “INVENTARIO FLORÍSTICO DEL BOSQUE SECO TROPICAL ADYACENTE A LA RESERVA ECOLÓGICA ARENILLAS. 2024”, en opción al título de Magister en RECURSOS NATURALES RENOVABLES CON MENCIÓN EN MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES, declaro bajo juramento que:

- El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.
- Cede a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia *Creative Commons Attribution-NoCommercial* – Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY NCSA 4.0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
 - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como autor la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

Blgo. Arturo Widberto Sánchez Asanza

Número de cedula: 0702056599

Machala, 2024/noviembre/12

RESUMEN

Inventario florístico del Bosque Seco Tropical adyacente a la Reserva Ecológica Arenillas. 2024

La Reserva Ecológica Arenillas constituye un ecosistema de bosque seco tropical que abarca una extensa área y alberga una vegetación altamente endémica, de ahí la importancia del estudio en las zonas adyacentes. El objetivo del estudio es interpretar el estado actual de conservación de la flora del bosque seco que rodea a la reserva, mediante la realización de un inventario florístico que permita establecer vínculos entre el estado de los ecosistemas muestreados Tahuín, Palmales, Chacras y Carcabón. Se recolectaron muestras de vegetación de árboles, arbustos y hierbas que fueron conservadas y analizadas utilizando claves taxonómicas, guías ilustradas, herbarios digitales y bases de datos. Los datos de campo fueron procesados empleando hojas de cálculo y el software IBM SPSS Statistics 25. Se registraron un total de 79 especies en el bosque seco objeto de estudio, distribuidas en 28 especies de árboles, 27 de arbustos y 24 de hierbas. El análisis de la composición florística identificó especies con mayor relevancia ecológica, entre las que destacan *Tabebuia chrysanta*, *Cochlospermum vitifolium*, *Rudgea skutchii*, *Cynophalla mollis*, *Oplismenus hirtellus* y *Chromolaena odorata*. Los índices de Shannon y Simpson, evidencian niveles de diversidad moderados y altos en las localidades estudiadas, abarcando los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. La relación ecológica entre las parcelas de estudio aplicando el Índice de Jaccard sugiere que las localidades estudiadas comparten especies vegetales en proporciones variables. Esto se explica por similitudes en las condiciones ecológicas, la proximidad geográfica, el manejo de los ecosistemas y las perturbaciones externas que afectan a la biodiversidad.

Palabras claves: Relación ecológica, diversidad de especies, composición florística, índices de biodiversidad.

ABSTRACT

Floristic Inventory of the Tropical Dry Forest Adjacent to the Arenillas Ecological Reserve. 2024

The Arenillas Ecological Reserve constitutes a tropical dry forest ecosystem that spans a large area and harbors highly endemic vegetation, highlighting the importance of studying the adjacent zones. The study aims to assess the current conservation status of the dry forest flora surrounding the reserve by conducting a floristic inventory to establish links between the conditions of the sampled ecosystems in Tahuín, Palmales, Chacras, and Carcabón. Vegetation samples of trees, shrubs, and herbs were collected, preserved, and analyzed using taxonomic keys, illustrated guides, digital herbariums, and databases. Field data were processed using spreadsheets and IBM SPSS Statistics 25 software. A total of 79 species were recorded in the studied dry forest, comprising 28 tree species, 27 shrub species, and 24 herbaceous species. The floristic composition analysis identified ecologically significant species, including *Tabebuia chrysanta*, *Cochlospermum vitifolium*, *Rudgea skutchii*, *Cynophalla mollis*, *Oplismenus hirtellus*, and *Chromolaena odorata*. Shannon and Simpson indices revealed moderate to high diversity levels across the studied locations, encompassing tree, shrub, and herbaceous strata. The ecological relationship among the study plots, analyzed using the Jaccard Index, suggests that the studied localities share plant species in varying proportions. This is attributed to similarities in ecological conditions, geographic proximity, ecosystem management, and external disturbances impacting biodiversity.

Keywords: Ecological relationship, species diversity, floristic composition, biodiversity indices.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	IV
REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN	V
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	VI
CESIÓN DE DERECHO DE AUTORÍA.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
LISTADO DE FIGURAS.....	XII
LISTADO DE TABLAS	XIII
INTRODUCCIÓN	1
Formulación del problema.	5
Objetivo general.	5
CAPITULO 1	7
MARCO TEÓRICO.	7
Diversidad florística.	8
Composición florística.....	9
Índices de biodiversidad.....	11
Riqueza de especies.	11
Similitud.	13
CAPÍTULO 2	16
METODOLOGÍA.....	16
Diseño de investigación.	16
Sitio de Estudio.....	16
Variables de investigación.	17
Determinación de la composición, estructura y diversidad de la vegetación.	17
Recolección de datos.....	17
Selección del área para implementar la parcela	18
Delimitación de la parcela de estudio.....	18
Determinación de índices de biodiversidad.	18

Índice de Shannon.....	18
Índice de Simpson.....	19
Índice de Jaccard.	20
Análisis estadísticos.....	20
CAPÍTULO 3	21
RESULTADOS	21
Composición florística.....	21
Árboles.....	21
Arbustos.	23
Hierbas.....	25
Relación ecológica. Diversidad Alfa.....	27
Riqueza.	27
Índice de Shannon.....	28
Índice de Simpson.....	29
Relación ecológica. Diversidad Beta.....	30
CAPITULO 4	34
DISCUSIÓN	34
Composición florística árboles, arbustos, hierbas.	34
Relación ecológica – Índices alfa.....	35
Relación ecológica – Índice Beta	36
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
GLOSARIO	45

LISTADO DE FIGURAS.

Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo

Figura 2. Número de especies de árboles por cada ecosistema

Figura 3. Número de especies de arbustos por cada ecosistema.

Figura 4. Número de especies de hierbas por cada ecosistema.

Figura 5. Tendencia de la riqueza de árboles, arbustos, hierbas en las localidades de estudio

Figura 6. Tendencia del índice de Shannon de especies de árboles, arbustos, hierbas en las localidades de estudio.

Figura 7. Tendencia del índice de Simpson de especies de árboles, arbustos, hierbas en las localidades de estudio.

Figura 8. Índice de Jaccard – árboles

Figura 9. Índice de Jaccard – arbustos

Figura 10. Índice de Jaccard – hierbas

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalidad de las variables.

Tabla 2. Rangos para interpretación de diversidad en el índice de Shannon

Tabla 3. Rangos de diversidad en el índice de Simpson

Tabla 4. Especies de árboles encontrados en los puntos de muestreo.

Tabla 5. Especies de arbustos encontrados en los puntos de muestreo

Tabla 6. Especies de hierbas encontrados en los puntos de muestreo.

Tabla 7. Riqueza de la vegetación (árboles, arbustos, hierbas) en las 4 localidades

Tabla 8. Índice de Shannon de la vegetación (árboles, arbustos, hierbas) en las 4 localidades.

Tabla 9. Índice de Simpson de la vegetación (árboles, arbustos, hierbas) en las 4 localidades

Tabla 10. Índice de Jaccard – árboles.

Tabla 11. Índice de Jaccard – arbustos

Tabla 12. Índice de Jaccard – hierbas

INTRODUCCIÓN

Los estudios de la vegetación de un bosque en particular, implica ir más allá de un inventario ya que conocer la composición florística, estructura y endemismo permiten medir la diversidad e interpretar el estado real de conservación de la flora de un sector determinado (Aguirre, 2017).

La variedad de especies presentes en los bosques y la preocupante situación de sus poblaciones demandan tanto investigación como medidas de conservación por parte de la sociedad. Además, es fundamental reconocer el conjunto de especies por su importancia social, ecológica y económica.

Los ecosistemas desempeñan un papel crucial en la regulación climática a nivel regional y continental, ya que contribuyen a los procesos de circulación global y absorben grandes cantidades de agua proveniente de las nubes, cuya precipitación está influida por las características del terreno.

Por ello, la identificación de las áreas claves de biodiversidad que puede poseer un bosque seco, es necesario, así lo mencionan Eken, Isfendiyaroğlu, Yeniyurt, Erkol, Karatas & Ataol (2016), quienes afirman que este tipo de identificación resulta fundamental para conservar las especies de biodiversidad con un rango de importancia muy alto en la que se ven inmersos actores locales y naturales, convirtiendo al hombre como el punto clave para la conservación y preservación de los recursos naturales que provee el bosque seco.

Según Bandeira, Jamet, Jamet, & Ginoux (2013) los índices de biodiversidad se utilizan principalmente para medir los cambios existentes en un determinado ecosistema en cuanto a biodiversidad, además de facilitar información para realizar comparaciones en diferentes periodos de tiempo. Jaramillo, Aguirre, & Yaguana (2018) mencionan que para llevar a cabo un estudio de diversidad florística se deben tomar en cuenta tres componentes: arbóreos, arbustivos y herbáceo.

El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más amenazados y menos estudiados en América Latina, caracterizado por su estacionalidad y una gran diversidad de especies adaptadas a condiciones de aridez extrema. Este tipo de bosque, que alguna vez cubrió amplias zonas de la región neotropical, ha experimentado una alarmante disminución en su extensión debido a la expansión agrícola, ganadera y a la urbanización descontrolada según lo expresa la Comisión

Económica para América Latina y el Caribe (2021). La pérdida de cobertura forestal en estos ecosistemas no solo afecta la biodiversidad, sino que también impacta en los servicios ecosistémicos que brindan, como la regulación hídrica y la protección de suelos.

La Reserva Ecológica Arenillas, ubicada en el suroeste de Ecuador, alberga una vasta área de bosque seco tropical. Este ecosistema, debido a su ubicación geográfica y condiciones climáticas, sostiene una flora única con un alto grado de endemismo y adaptaciones específicas para sobrevivir en un entorno de sequía prolongada (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador, 2023). Sin embargo, la creciente presión humana ha generado cambios significativos en la estructura y composición de estos ecosistemas, haciendo necesario un análisis detallado de su composición florística para entender mejor su estado actual.

A lo largo de los últimos años, la Reserva Ecológica Arenillas ha enfrentado diversos desafíos, incluyendo incendios forestales recurrentes y la fragmentación de hábitats, los cuales comprometen su biodiversidad y resiliencia ecológica (Székely et al., 2016). En particular, la expansión de la frontera agrícola y el desarrollo urbano en las áreas circundantes han afectado gravemente los hábitats naturales, reduciendo las poblaciones de especies nativas y generando un desequilibrio ecológico que amenaza su estabilidad a largo plazo (Molina Moreira et al., 2021).

Uno de los principales problemas es que, a pesar de su importancia ecológica, el bosque seco tropical ha sido subvalorado en términos de conservación y políticas ambientales. En comparación con otros ecosistemas tropicales, como los bosques húmedos, los bosques secos reciben una menor prioridad en los esfuerzos de conservación y financiamiento para su estudio y manejo como lo estipula el Fondo Mundial para la Naturaleza Perú (2022). Esto ha llevado a una escasez de datos actualizados y a una falta de comprensión integral de sus dinámicas ecológicas y especies clave.

La biodiversidad presente en los bosques secos es de gran relevancia para el equilibrio ecológico de la región. La Reserva Ecológica Arenillas, albergando numerosas especies de plantas adaptadas a condiciones de sequía extrema, representa un refugio importante para la flora de la zona. Sin embargo, la deforestación y la fragmentación reducen la capacidad de estas especies para adaptarse a cambios ambientales, como el cambio climático, lo que aumenta el riesgo de extinción de especies únicas como lo manifiesta la Fundación Ecosistemas Secos de Colombia (2023).

Varios son los factores que se relacionan entre sí en la naturaleza, mimos permiten que se lleve a cabo procesos naturales para el desenvolvimiento y convivencia de las especies tanto animales como vegetales. Dicha relación da origen a los ecosistemas, ayudando a que los organismos vivos subsistan, uno de los ecosistemas de mayor importancia es el bosque seco tropical (bsT).

Según mencionan (Aguirre, et.al., 2017), representan un gran margen de importancia puesto a que nos facilita el acceso a diferentes servicios ambientales, como la captación del carbono, el alojamiento de especies, la madera extraíble, entre otros. Sin embargo, no se le ha dado el debido cuidado e interés de estudio por lo que se ha visto amenazado en los últimos tiempos por el ser humano. Por otro lado, (Melo, Fernández Méndez, & Villanueva, 2017), nos dicen que este ecosistema se caracteriza por su complejidad y fragilidad debido a la exposición que tiene frente a las actividades humanas. Consecuente a esto manifiestan que estos albergan un sin número de organismos vivos y gran diversidad florística y faunística.

De la misma manera, (Dewi, et.al., 2017), citan a (Williams 2003), aludiendo a que la conducta del hombre repercute en el comportamiento de estos ecosistemas, ya que estos tienen una relación directa, llegando a si generar un impacto en los ámbitos sociales, económicos y por su puesto ambientales. A si mismo hacen mención a que las actividades antropogénicas como la tala de árboles, la agricultura, el turismo irresponsable, han conllevado a que se pierda la concienciación sobre el valor irrecuperable de estos ecosistemas.

Cabe recalcar que El Ecuador, es uno de los primeros países que tomaron en consideración a la naturaleza llegando a presentarla como un sujeto de derecho en la Ley Suprema del 2008. (Vanacker, Molina, Torres, Calderón, & Cadilhac, 2018), afirman que Ecuador es un referente para muchos países al momento de hablar de temas ambientales ya que se ha tomado este tema como interés nacional, en donde se le da importancia al convivir de la ciudadanía con la naturaleza.

Al hablar de bosques secos en territorio ecuatoriano, se ha énfasis en riqueza y biodiversidad. Sin embargo, comparando estadísticas anteriores con las actuales, en base en investigaciones realizadas por Aguirre Mendoza & Geada-Lopez (2017), se puntualiza que dentro del Ecuador ha habido una reducción considerable del 60 al 75% de bosque seco en comparación a años anteriores donde solo este ecosistema representaba el 35% del territorio nacional.

En cuanto a ámbito local, la Reserva Ecológica Arenillas localizada en la parte sur occidental del Ecuador, zona conocida por su alto endemismo, representa gran nivel de importancia ya que en base a diferentes estudios de riqueza y biodiversidad realizados en esta área protegida, (Espinosa, Jara Guerrero , Cisneros, Sotomayor, & Escribano Ávila, 2016), puntualizan que existe una relación positiva entre la riqueza y el tamaño de la Reserva por lo que es indispensable tomar en consideración su estudio.

De acuerdo con Ferrufino, Mejía, Rodríguez, Escoto, Sarmiento & L (2019) el bosque seco es un ecosistema amenazado principalmente por las actividades productivas que el ser humano realiza a partir de sus recursos, ocasionando una reducción en sus hectáreas. Dentro de los países latinoamericanos, existe una degradación en cuanto a este tipo de ecosistemas, así lo afirman Bocanegra, Evert, Guillemín, Alcázar Moscoso, Gonzalez & Cervalho (2019) quienes dicen que el bosque seco tropical en Colombia requiere acciones a tomar para lograr su restauración y posterior conservación.

Astudillo, Pérez, Troccoli, y Aponte (2019) mencionan que en Ecuador el bosque seco se encuentra generalmente en la región costa, el mismo que ha sufrido una degradación debido a la población aledaña del lugar y a sus actividades productivas. En la provincia de El Oro se encuentra ubicada la Reserva Ecológica de Arenillas, la misma que alberga especies de gran importancia. De acuerdo con Ávila et al. (2017) este tipo de bosque es importante no solo por los bienes y servicios proporcionados, sino también para el desarrollo de la parte local, desde un enfoque sostenible para con ello, lograr la preservación de la biodiversidad que ofrece el lugar.

Tenzin y Hasenauer (2016) afirman que las actividades productivas del hombre en los bosques, conllevan un impacto negativo; los más comunes son la extracción de recursos forestales y la expansión agrícola, además de los asentamientos en lugares protegidos, ocasionando la pérdida de especies y territorio boscoso.

Estos ecosistemas enfrentan amenazas a lo largo de toda su área de distribución, con un impacto particularmente crítico en la región sur del Ecuador. Su elevada vulnerabilidad ante los cambios globales demanda la implementación de estrategias de conservación, no únicamente por su riqueza biológica intrínseca, sino también debido a su papel esencial en la regulación hídrica y el suministro de agua a numerosas comunidades humanas.

En respuesta a estos problemas, los inventarios florísticos juegan un papel crucial en el manejo y conservación de los bosques secos tropicales. A través de estos inventarios, es posible conocer la composición y estructura de las comunidades vegetales, lo cual facilita el desarrollo de planes de conservación y restauración efectivos. En el caso de la Reserva Ecológica Arenillas, un inventario florístico proporciona una base de datos esencial para comprender la riqueza específica del área y establecer acciones de conservación que garanticen la persistencia de este ecosistema único, según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador (2023).

Este estudio se centra en un inventario florístico del bosque seco adyacente a la Reserva Ecológica Arenillas, con el objetivo de catalogar las especies vegetales presentes, analizar su distribución y evaluar la biodiversidad del área. A través de este inventario, se busca no solo identificar la riqueza específica y estructura de la flora, sino también proporcionar una base para futuras investigaciones y contribuir al manejo y conservación de estos ecosistemas frágiles y valiosos (Molina Moreira et al., 2021).

Formulación del problema.

¿Cuál es la característica de la vegetación del Bosque Seco Tropical (bsT) adyacente a la Reserva Ecológica Arenillas?

Objetivo general.

Interpretar el estado actual de la flora del bosque seco adyacente a la Reserva Ecológica Arenillas, realizando un inventario florístico con el fin de relacionar el estado de conservación de los ecosistemas muestreados.

Objetivos específicos.

Caracterizar la composición florística del bosque seco en 4 localidades adyacentes al área protegida. (Tahuín, Palmales, Chacras, Carcabón).

Analizar la relación ecológica existente de la flora muestreada en las áreas de estudio.

El presente trabajo se estructura en 4 capítulos: En el capítulo 1 se desarrolla el marco teórico referencial con los antecedentes históricos, conceptuales y contextuales de la investigación. En el capítulo 2 se describe la metodología y los recursos metodológicos tanto científicos como

empíricos que sustentan los procedimientos para la obtención de resultados. El capítulo 3 describe los resultados obtenidos en el estudio, en el capítulo 4 se describe la discusión de los resultados corroboración o validación de los mismos, y finalmente se exponen las conclusiones a las que se llegó con las respectivas recomendaciones.

CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO

Los bosques secos tropicales (bsT) son ecosistemas que cubren aproximadamente el 40 % de los bosques tropicales en el mundo y se caracterizan por su estacionalidad climática, donde las lluvias están restringidas a una breve temporada anual (Durán et al., 2022). Los estudios en estos bosques destacan su papel crítico en el mantenimiento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, a pesar de su elevada vulnerabilidad a la deforestación y degradación (Rodríguez & Sánchez, 2021).

La flora de los bsT tiene adaptaciones fisiológicas y morfológicas exclusivas para sobrevivir en condiciones de sequía prolongada, como raíces profundas, cortezas gruesas, y hojas reducidas o deciduas (Cárdenas et al., 2020). Estas adaptaciones permiten que las especies de bsT persistan en condiciones de estrés hídrico y tienen un papel crucial en el ciclo de nutrientes en el suelo (Martínez et al., 2023).

Los inventarios florísticos son fundamentales para la planificación y gestión de estrategias de conservación en los bsT. Permiten identificar especies en peligro y evaluar el estado de conservación de cada una de ellas, lo cual es fundamental para crear zonas de protección y corredores ecológicos que ayuden a restaurar la conectividad del bosque (Méndez & Ortega, 2023; León et al., 2022).

Además, los inventarios pueden documentar cambios fenológicos en respuesta al cambio climático, proporcionando información crítica para el manejo adaptativo del ecosistema y para el monitoreo a largo plazo de los efectos del clima en la vegetación (López & Estrada, 2022).

Estudios previos en Arenillas han documentado una riqueza significativa de especies endémicas y una notable diversidad florística, destacando la importancia ecológica de esta región como un refugio biológico frente a las amenazas ambientales (Pérez y Aguilar, 2021; Gutiérrez et al., 2023).

Delgado & Valle (2022) encontraron que la intervención humana ha modificado las comunidades vegetales en las áreas periféricas a la reserva, lo cual resalta la urgencia de implementar inventarios periódicos que permitan evaluar y mitigar los efectos de estas actividades sobre el ecosistema.

Se presentan algunas de las definiciones que sustentan teóricamente el tema de investigación.

Diversidad florística.

La diversidad florística es el conjunto de elementos vegetales que están ocupando una superficie determinada de formas estructurales distintas, pudiendo ser bosques, matorrales, paramos, etc. (Campos, 2020).

La diversidad florística se refiere a la variedad de especies vegetales presentes en un área determinada y es un componente fundamental de la biodiversidad que ayuda a entender la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Tilman, 2020). Esta diversidad incluye tanto la riqueza de especies (número de especies presentes) como la equidad (distribución relativa de individuos entre las especies) y la diversidad filogenética (relación evolutiva entre las especies), factores que aportan una visión integral sobre la composición de una comunidad vegetal y su respuesta a factores ambientales y a las perturbaciones (Chiarucci et al., 2021; Cardinale et al., 2020).

En un contexto ecológico, la diversidad florística es crucial para el mantenimiento de los procesos ecosistémicos. Diversos estudios han demostrado que las comunidades con una mayor diversidad de plantas presentan una mayor resiliencia y capacidad de adaptación ante cambios ambientales, como el aumento de la temperatura o la disminución de la disponibilidad de agua (Isbell et al., 2019). Las comunidades vegetales diversas son capaces de soportar mejor la presión de las perturbaciones naturales y antropogénicas, lo que a su vez ayuda a estabilizar los servicios ecosistémicos, como la regulación del ciclo del agua, la fertilidad del suelo y la captura de carbono (Ouyang et al., 2021).

La medición de la diversidad florística en una región específica, especialmente en ecosistemas amenazados como los bosques secos tropicales, permite documentar la riqueza y endemismo de especies, proporcionando datos valiosos para la conservación. Por ejemplo, estudios recientes en bosques secos de América Latina han señalado que la riqueza florística de estos ecosistemas se encuentra en grave riesgo debido a la deforestación y fragmentación, lo que reduce la capacidad de las plantas para mantener su diversidad genética y ecológica (Ceballos et al., 2022; Jiménez & Gómez, 2023). La evaluación de esta diversidad también facilita la identificación de especies raras o en peligro de extinción, permitiendo priorizar su conservación en áreas clave dentro del territorio (López et al., 2022).

Los inventarios florísticos y el análisis de la diversidad alfa (diversidad dentro de una misma área) y beta (diferencia de diversidad entre áreas) son herramientas metodológicas que han demostrado ser eficaces para evaluar la variabilidad de la flora en ecosistemas con alta heterogeneidad ambiental (Levin et al., 2020). Estos métodos, que incluyen el uso de índices de diversidad como el de Shannon y el de Simpson, ayudan a comprender la estructura comunitaria y a identificar patrones de distribución de especies, lo cual es fundamental para el manejo sostenible de los recursos naturales (Miller & Russo, 2021). Además, el análisis de la diversidad filogenética aporta información sobre la evolución de las especies en relación con el ambiente, permitiendo identificar líneas evolutivas que podrían ser de especial interés para la investigación en ecología evolutiva (Pavoine & Bonsall, 2020).

El estudio de la diversidad florística también ofrece una perspectiva sobre la conectividad ecológica de los ecosistemas, ya que permite identificar las relaciones biogeográficas y ecológicas entre regiones adyacentes (Ferrier et al., 2021). Esta conectividad es vital para la resiliencia ecosistémica, ya que facilita la dispersión y el flujo génico entre poblaciones, aspectos esenciales para la adaptabilidad de las especies frente a cambios en el clima y el hábitat. En este sentido, los inventarios florísticos y los análisis de diversidad son esenciales para diseñar estrategias de restauración ecológica que busquen restaurar o mantener la conectividad entre fragmentos de bosque (González et al., 2022).

Composición florística.

La composición florística se refiere a la cuantificación de familias, géneros y especies presentes en un bosque durante un inventario. Este análisis se fundamenta en aspectos como la diversidad, la riqueza específica y el grado de similitud con otros ecosistemas (Louman et al., 2001).

La composición florística de una región se refiere a la identidad y proporción de las especies vegetales que conforman una comunidad en un área determinada. Este componente de la biodiversidad es fundamental para entender cómo las diferentes especies interactúan con su entorno y entre ellas, afectando así la estructura y funcionalidad del ecosistema (Smith & Anderson, 2021). La composición florística está influenciada por una variedad de factores bióticos y abióticos, como el clima, el tipo de suelo, la topografía y las interacciones ecológicas. Los estudios de composición florística ayudan a identificar patrones de distribución de las especies,

que son esenciales para evaluar la adaptabilidad y resiliencia de las comunidades vegetales ante cambios ambientales (Johnson et al., 2022).

La composición florística de una región no solo revela qué especies están presentes, sino también la estructura de la comunidad en términos de especies dominantes, co-dominantes y raras. Esta jerarquía funcional es clave para entender el papel ecológico de las especies en los procesos de competencia, facilitación y exclusión competitiva, lo cual define el nicho de cada especie en el ecosistema (Pérez-Harguindeguy et al., 2019). Por ejemplo, en estudios de bosques secos tropicales, las especies de árboles con raíces profundas suelen dominar, ya que esta característica les permite acceder a recursos hídricos subterráneos en épocas de sequía, confiriéndoles una ventaja sobre otras especies (Martínez et al., 2020).

Además, la composición florística refleja los procesos históricos y evolutivos que moldearon las comunidades vegetales de una región. Las especies que forman parte de una comunidad a menudo comparten una historia evolutiva común o una adaptación a condiciones ambientales específicas. Esto puede observarse en regiones con endemismos, donde ciertas especies han evolucionado en aislamiento y presentan adaptaciones únicas a su entorno. Un estudio reciente en América Latina señaló que los bosques secos albergan una composición de especies única y diversa, caracterizada por altos niveles de endemismo y especies especializadas en tolerar sequías prolongadas y suelos pobres en nutrientes (Ceballos et al., 2022).

La interacción entre especies también influye en la composición florística. Las relaciones como la polinización, la dispersión de semillas y la herbivoría afectan la distribución y abundancia de las especies en una comunidad vegetal (Olesen et al., 2020). En los ecosistemas secos, por ejemplo, las plantas con mecanismos de dispersión de semillas adaptados al viento o la gravedad tienen mayor éxito en el establecimiento de poblaciones, ya que estos métodos no dependen de agentes bióticos que podrían escasear en condiciones de estrés hídrico (López-Pérez et al., 2021). Estas interacciones son vitales para mantener la diversidad y composición en el tiempo, lo cual fortalece la estabilidad del ecosistema.

La composición florística también permite evaluar el estado de conservación de un ecosistema y su grado de alteración. Al comparar la composición de especies en diferentes áreas, los investigadores pueden identificar especies indicadoras, que revelan el grado de perturbación o conservación de una región (Vandermeer & Perfecto, 2020). En áreas donde la actividad humana

ha afectado la composición florística, como en los bosques secos tropicales fragmentados, se observa una reducción en la abundancia de especies nativas y la introducción de especies invasoras, lo cual altera la estructura y funcionalidad de la comunidad vegetal (Ríos et al., 2022).

La composición florística es una herramienta clave para el manejo y restauración de ecosistemas. La identificación de especies clave en la comunidad permite priorizar aquellas que son esenciales para la estabilidad y funcionalidad del ecosistema, facilitando estrategias de restauración ecológica que buscan reconstruir comunidades degradadas con una composición similar a la original (Young et al., 2021). Los estudios de composición florística, combinados con análisis de diversidad y abundancia, proporcionan la información necesaria para diseñar planes de manejo que promuevan la sostenibilidad y conservación de los ecosistemas naturales.

Índices de biodiversidad.

Los índices de diversidad son fórmulas matemáticas que analizan tres componentes esenciales de la estructura comunitaria: riqueza, equitatividad y abundancia. Estos índices consideran la relación entre el número de especies presentes y el total de individuos observados, y su valor tiende a incrementarse con el tamaño de la muestra. Basados en el concepto de dominancia, estos índices son inversamente proporcionales a la uniformidad o equidad dentro de la comunidad, ya que enfatizan la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, sin evaluar de manera exhaustiva la contribución del resto de las especies. Asimismo, reflejan la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente pertenezcan a la misma especie. La riqueza se refiere al número total de especies presentes, la equitatividad mide la uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies, y la abundancia corresponde al número total de organismos, proporcionando un panorama integral de la respuesta de una comunidad a la calidad de su ambiente.

Riqueza de especies.

La riqueza de especies se refiere al número total de especies presentes en una región específica y es uno de los indicadores más utilizados para medir la biodiversidad de un ecosistema. Este concepto es fundamental en ecología, ya que la riqueza de especies refleja no solo la diversidad biológica de un área, sino también su potencial funcional en términos de servicios ecosistémicos, como la polinización, la captura de carbono y la regulación del agua (Whittaker et al., 2021). Los

estudios de riqueza de especies proporcionan información clave para entender la estructura y complejidad de las comunidades ecológicas, lo cual es esencial para el desarrollo de estrategias de conservación y manejo de los recursos naturales (Mittelbach et al., 2022).

Diversos factores afectan la riqueza de especies en una región, entre ellos el clima, el tipo de suelo, la altitud, la topografía y las interacciones entre especies. En los ecosistemas tropicales, por ejemplo, la riqueza de especies tiende a ser mayor en áreas con alta disponibilidad de recursos, como luz y agua, y en suelos con buena fertilidad (Willig & Presley, 2020). Las condiciones climáticas favorables promueven una mayor diversidad de especies vegetales, lo cual a su vez soporta una diversidad más rica de consumidores y descomponedores. En este sentido, la riqueza de especies no solo es un reflejo de la diversidad biológica, sino también un indicador de la productividad y estabilidad del ecosistema (Vellend et al., 2020).

Los estudios sobre riqueza de especies también se relacionan con la teoría de la diversidad alfa, beta y gamma, que permite desglosar la diversidad en componentes locales, entre hábitats y a escala regional. La diversidad alfa mide la riqueza de especies en una comunidad específica o en una parcela pequeña, mientras que la diversidad beta compara la riqueza entre diferentes comunidades, proporcionando una visión de la heterogeneidad ecológica en un paisaje (Jost et al., 2021). La diversidad gamma, por otro lado, evalúa la riqueza de especies a nivel regional o de ecosistemas completos. Estas métricas son útiles para entender cómo varía la riqueza de especies en respuesta a factores ambientales y a la fragmentación del hábitat (Baselga & Leprieur, 2019).

La riqueza de especies en una región también está directamente relacionada con los procesos de colonización, extinción y dispersión. Las especies deben tener la capacidad de llegar a un área, establecerse y coexistir con otras especies para contribuir a la riqueza total de la comunidad (Chase et al., 2020). En este sentido, la conectividad entre hábitats es un factor determinante para la riqueza de especies, ya que facilita el intercambio de genes y permite el movimiento de organismos entre diferentes áreas. Regiones con alta conectividad suelen presentar una mayor riqueza de especies, ya que las barreras para el movimiento de individuos son menos restrictivas, lo cual permite una mayor variedad de especies coexistentes (Cadotte et al., 2021).

Además, la riqueza de especies es sensible a las perturbaciones ambientales y a las actividades humanas, como la deforestación, la urbanización y el cambio climático. Estas perturbaciones

pueden reducir la riqueza de especies al fragmentar los hábitats y crear barreras que limitan la dispersión y el establecimiento de especies. En regiones donde la presión humana es elevada, se observa una tendencia a la pérdida de especies nativas y al predominio de especies generalistas o invasoras que se adaptan mejor a las condiciones alteradas, lo cual reduce la riqueza de especies locales (Newbold et al., 2020). En los bosques secos tropicales, por ejemplo, la tala y fragmentación han afectado gravemente la riqueza de especies, eliminando especies endémicas y limitando las opciones de colonización natural (Jones et al., 2022).

Estudios recientes también subrayan la importancia de la riqueza de especies para la resiliencia ecológica y la capacidad de recuperación de los ecosistemas frente a disturbios naturales o inducidos por el hombre. Se ha demostrado que los ecosistemas con mayor riqueza de especies poseen una mayor redundancia funcional, lo cual significa que existen varias especies que pueden cumplir funciones ecológicas similares. Esta redundancia es crucial para la estabilidad del ecosistema, ya que, si una especie se pierde, otras pueden ocupar su función ecológica, mitigando los efectos de la pérdida (Isbell et al., 2021). Por lo tanto, la riqueza de especies es una medida que no solo refleja la diversidad ecológica, sino también la fortaleza y estabilidad de las comunidades naturales.

La riqueza de especies es un concepto esencial en el estudio de la biodiversidad que permite evaluar la estructura, funcionalidad y resiliencia de los ecosistemas. Su análisis y conservación son prioritarios en ecología y biología de la conservación, ya que la pérdida de especies no solo implica la reducción de la biodiversidad, sino también una disminución en la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios esenciales y adaptarse a condiciones cambiantes. Estudios detallados sobre la riqueza de especies en distintas regiones permiten desarrollar políticas de conservación informadas y estrategias de restauración que promuevan ecosistemas saludables y biodiversos (Barton et al., 2022).

En resumen, la riqueza de especies es el número de especies diferentes en una comunidad particular.

Similitud.

La similitud de especies entre diferentes áreas o comunidades es un aspecto clave en la ecología y la biogeografía que ayuda a comprender cómo se estructuran las comunidades biológicas y cómo

se distribuyen las especies en el espacio y el tiempo. Este concepto se refiere a la proporción de especies compartidas entre diferentes comunidades y es fundamental para evaluar la conectividad y continuidad ecológica entre hábitats, así como para entender el impacto de factores ambientales en la biodiversidad (Anderson et al., 2020). La similitud de especies puede medirse con índices específicos, como el índice de Jaccard o el índice de Sorensen, que comparan las comunidades en términos de presencia o ausencia de especies, o incluso considerando la abundancia relativa de las mismas (Chao et al., 2021).

La similitud de especies es influenciada por múltiples factores, entre los cuales se encuentran las condiciones ambientales, la geografía, la historia evolutiva de las especies, y las barreras ecológicas. Las regiones con condiciones ambientales similares tienden a compartir un mayor número de especies, ya que estas condiciones favorecen la supervivencia de especies adaptadas a climas, suelos o recursos particulares (Baselga & Leprieur, 2019). En contraposición, las barreras físicas como montañas, ríos, o áreas urbanizadas pueden reducir la similitud de especies entre dos regiones, incluso si estas regiones tienen características ambientales similares. En este sentido, las barreras ecológicas también afectan la dispersión y colonización de especies, limitando su capacidad de establecerse en áreas contiguas y, por ende, reduciendo la similitud entre comunidades (Cadotte et al., 2021).

El estudio de la similitud de especies permite identificar patrones de diversidad beta, que cuantifican la variación en la composición de especies entre diferentes hábitats o áreas geográficas. La diversidad beta es una medida clave para evaluar la heterogeneidad espacial de un ecosistema, ya que revela cuántas especies diferentes se encuentran en comunidades cercanas y cómo se distribuyen en un paisaje. Estudios recientes han mostrado que, en regiones de alta heterogeneidad, como los bosques tropicales secos, las comunidades tienen una baja similitud de especies debido a la gran variabilidad en factores abióticos como el suelo y el microclima (Chase et al., 2020). Esta diversidad beta alta sugiere que cada fragmento de hábitat alberga una comunidad distinta, lo cual es importante para la conservación, ya que se requiere proteger múltiples áreas para preservar la totalidad de la biodiversidad de la región (Legendre et al., 2021).

La similitud de especies también está relacionada con la teoría de nicho y con el concepto de filtrado ambiental, que establece que solo las especies adaptadas a ciertas condiciones pueden sobrevivir en un entorno determinado. En este contexto, las comunidades de especies en ambientes

similares tienden a presentar una mayor similitud debido a la convergencia en los requisitos ecológicos, lo cual se conoce como convergencia funcional (Díaz et al., 2021). Sin embargo, en áreas con alta diversidad de hábitats, la similitud de especies puede ser baja, ya que la variedad de condiciones ambientales permite la coexistencia de especies con diferentes adaptaciones.

En estudios recientes sobre los bosques tropicales secos de América Latina, se ha observado que la similitud de especies entre comunidades cercanas es baja debido a la gran diversidad de microhábitats presentes, lo que promueve la coexistencia de especies con adaptaciones específicas (Ceballos et al., 2022).

Además, la similitud de especies es una herramienta útil para monitorear los efectos de perturbaciones y fragmentación en las comunidades. La fragmentación de hábitats puede reducir la similitud entre comunidades al crear islas de hábitat aisladas donde algunas especies no pueden sobrevivir o dispersarse. En tales casos, los estudios de similitud de especies permiten evaluar cómo cambia la composición de la comunidad en respuesta a estas perturbaciones y pueden revelar el grado de homogenización biótica, donde solo las especies generalistas o resistentes persisten (McGill et al., 2020).

La fragmentación de hábitats es relevante en regiones afectadas por el cambio climático y la expansión humana, donde la pérdida de similitud entre comunidades indica una pérdida de conectividad ecológica y una disminución de la capacidad de los ecosistemas para mantener su biodiversidad (Newbold et al., 2020).

En el contexto de la conservación, el estudio de la similitud de especies entre áreas permite identificar regiones prioritarias para la protección. Si dos áreas comparten un alto porcentaje de especies, conservar una de ellas puede ser suficiente para preservar esas especies específicas, permitiendo optimizar los recursos de conservación. Por el contrario, si la similitud de especies entre áreas es baja, cada región contribuirá de forma única a la biodiversidad regional, y será necesario proteger múltiples áreas para conservar la totalidad de la biodiversidad. Así, la similitud de especies es un indicador importante en la planificación de reservas y en el diseño de corredores biológicos que mantengan la conectividad entre hábitats (Barton et al., 2022).

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

Diseño de investigación.

No experimental transversal, con enfoque cuantitativo.

Sitio de Estudio.

El área de estudio se localiza en el cantón Arenillas, caracterizada por una combinación de ecosistemas que incluyen bosques secos, matorrales desérticos y manglares. La región presenta un clima bimodal, con una estación seca y fresca que se extiende de mayo a noviembre, y una estación lluviosa y cálida que abarca de diciembre a abril.

La temperatura promedio anual es de 24 °C, mientras que las precipitaciones varían según las zonas climáticas presentes en el área. Estas se clasifican en: zona cálida árida, con precipitaciones inferiores a 350 mm/año; zona cálida muy seca, con un rango de 300 a 500 mm/año; y zona cálida seca, con valores entre 500 y 1000 mm/año. En la Figura 1 se representan las localidades de muestreo escogidas para el presente estudio.

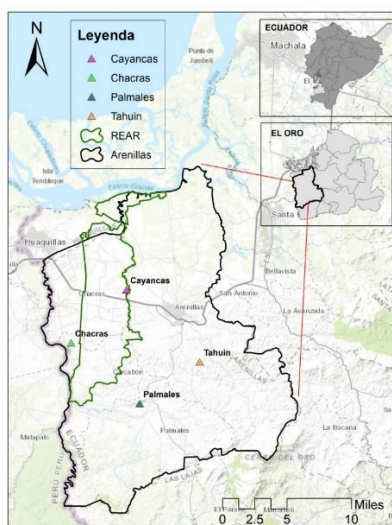


Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.

Variables de investigación.

La Tabla 1 presenta la forma operativa de las variables de investigación determinadas para la presente investigación.

Tabla 1. Operacionalidad de las variables.

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES/VARIABLES	CATEGORÍAS
Composición florística	Diversidad de especies	Especies florísticas.	Géneros especies.
	Riqueza de especies Abundancia	Especies por comunidades	# de especies de una comunidad
Diversidad florística	Elementos vegetales	Árboles	Porcentaje de ocupación en un área determinada.
		Arbustos	Porcentaje de ocupación en un área determinada.
		Hierbas	Porcentaje de ocupación en un área determinada.
Índice de Biodiversidad	Índices Alfa	Índice de Simpson Índice de Shannon-Wiener	Riqueza y abundancia de especies
	Índices Beta	Los coeficientes de similitud (o disimilitud Índice de similitud de Jaccard.)	# de especies de comunidades estudiadas. Presencia o ausencia de especies.

Determinación de la composición, estructura y diversidad de la vegetación.

Recolección de datos.

Durante mayo y junio 2024 se realizó muestreos de fragmentos de bosque seco tropical de cuatro localidades: Tahuín, Palmales, Chacras y Cayancas. Se evaluaron en parcelas distribuidas de forma aleatoria simple, siguiendo el método de Villareal et al. (2004).

Se recolectaron muestras vegetales que fueron conservadas y procesadas para identificar mediante la ayuda de claves taxonómicas, guías ilustradas, herbarios electrónicos y bases de datos como GBIF y Trópicos.org. Se censaron todos los individuos de árboles, arbustos e hierbas de cada unidad de muestreo con el registro de algunas características secundarias como flores, frutos, látex, olores.

Selección del área para implementar la parcela.

Las parcelas de muestreo se ubicaron en lugares representativos, de pendiente moderada, de preferencia en la mitad del bosque para evitar el efecto de borde y abarcar los diferentes estratos.

Delimitación de la parcela de estudio.

Con una brújula se delimita e instala el cuadrante de una hectárea (100 x 100 m), ésta se subdivide en 25 subparcelas de 400 m² (20 x 20 m) para árboles, de los cuales se muestrean 5 subparcelas, para la delimitación se utiliza estacas grandes y piola. Dentro de la subparcela de 400 m² y al azar se delimita con estacas y piola cinco subparcelas de 25 m² (5 x 5 m) para muestrear arbustos y 10 subparcelas de 1 m² (1 x 1 m) para hierbas. Cada planta mayor o igual a 5 cm de DAP (Aguirre 2017).

Determinación de índices de biodiversidad.

La diversidad alfa representa la variabilidad dentro de una misma ubicación (o muestra), evaluando tanto la riqueza (número de especies presentes), donde las ubicaciones con mayor riqueza de especies indican un mayor número de especies vegetales presentes; como la diversidad de cada tipo de vegetación (árboles, arbustos y hierbas) en términos de dos índices:

Índice de Shannon.

Refleja la diversidad teniendo en cuenta la abundancia relativa de cada especie. Un valor alto indica una comunidad más diversa y equilibrada (es decir, con muchas especies de abundancias similares).

Expresa la uniformidad de los valores de importancia mediante todas las especies de muestra, adquiere valores entre cero cuando existe una sola especie y el logaritmo de “S” cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos (Aguirre, 2019). Se empleó la siguiente fórmula:

$$H = \sum_{i=1}^s (P_i) \times (\log_n P_i)$$

Donde:

H= Índice de diversidad de la especie

S=Número de especie

Pi= Proporción de la muestra que corresponde a la especie

Ln= Logaritmo natural

Los rangos para la interpretación de los valores según el índice de Shannon se presenta en la Tabla 2.

Rangos para interpretación de diversidad en el índice de Shannon

Rangos	Significancia
0 - 1.35	Diversidad Baja
1.36 - 3.5	Diversidad Media
> 3.5	Diversidad Alta

Fuente: (Aguirre, 2019).

Índice de Simpson.

Representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Este índice tiende a ser más sensible a las especies más comunes, donde un valor alto también indica mayor diversidad, pero con menor dominancia de una sola especie, para su cálculo se empleó la siguiente fórmula

$$\sigma = \sum (Pi)^2$$

Donde:

σ = Índice de Simpson

Pi= Proporción de individuos registrados en cada especie (n/N)

n= Número de individuos de la especie

N= Número total de individuos

Los rangos para la interpretación de los valores según el índice de Simpson se observan en la Tabla 3.

Tabla 3. Rangos de diversidad en el índice de Simpson

Rangos	Significancia
0 - 0.33	Diversidad Baja
0.34 - 0.66	Diversidad Media
> 0.67	Diversidad Alta

Fuente: (Aguirre, 2019).

Índice de Jaccard.

Para entender la similitud de especies entre diferentes sitios de muestreo se utilizó el índice de Jaccard que toma valores entre 0 y 1, siendo el valor más alto entre las localidades el que mayor número de especies comparten entre sí. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_j = \frac{c}{a + b + c} * 100$$

Donde:

I_j = Índice de Similitud de Jaccard.

a = número de especies de la muestra A.

b = número de especies de la muestra B.

c = número de especies en común.

Análisis estadísticos.

Los datos obtenidos en el campo fueron procesados y graficados mediante hojas electrónicas y el programa IBM SPSS Statistics 25 con el fin de realizar un análisis estadístico descriptivo sobre la composición florística de los ecosistemas con los individuos identificados y su relación con el estado de conservación del ecosistema.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

Composición florística.

Un número total de 79 especies se registraron (28 árboles, 27 arbustos, 24 hierbas) en el bosque seco objeto del estudio.

Árboles.

En la Tabla 4 se muestran los resultados de las 28 especies de árboles y su frecuencia encontrados en los cuatro ecosistemas parte del estudio (Tahuín, Palmales, Chacras, Cayancas). Las especies con mayor presencia correspondieron a *Tabebuia Chrysanta* (124) y *Cochlospermum vitifolium* (120), contrariamente las especies menos presentes son: *Cynophalla flexuosa* (2), *Loxopterygium huasango* (3), *Samanea saman* (4), cabe indicar que no todas las especies se encuentran presentes en cada sitio de estudio. De manera gráfica se observa en la Figura 2 como se distribuye cada especie de árbol.

Tabla 4. *Especies de árboles encontrados en los puntos de muestreo.*

ESPECIES ÁRBOLES	ECOSISTEMAS				Total
	TAHUÍN	PALMALES	CHACRAS	CAYANCAS	
Samanea saman	0	0	4	0	4
Bursera graveolens	28	0	0	2	30
Caesalpinia glabrata	29	0	4	30	63
Capparis scabrida	24	15	0	4	43
Ceiba trichistandra	20	8	2	4	34
Chloroleucon mangense	12	0	4	2	18
Cochlospermum vitifolium	48	16	22	34	120
Cordia lutea	4	4	6	0	14
Cynophalla mollis	22	9	0	10	41
Eriotheca Ruizii	34	18	10	20	82
Tabebuia Chrysanta	57	0	30	37	124
Colicodendron scabridum	0	0	0	18	18
Cynophalla flexuosa	0	0	0	2	2
Achatocarpus pubescens	0	0	4	6	10
Geoffroea spinosa	29	11	2	32	74
Erythrina velutina	12	0	2	4	18
Jacquinia sprucei	0	0	0	10	10
Albizia multiflora	0	0	0	4	4
Pisonia floribunda	0	0	8	0	8
Machaerium millel	0	0	6	0	6
Randia auranliaca	0	0	10	0	10
Prosopis juliflora	37	12	10	4	63
Piscidia carthagenesis	4	0	10	0	14
Erythroxylum glaucum	5	0	0	0	5
Loxopterygium huasango	3	0	0	0	3
Piptadenia flava	1	5	0	0	6
Pithecellobium excelsum	6	0	0	0	6
Senna mollisima	8	0	0	0	8
Total	383	98	134	223	838

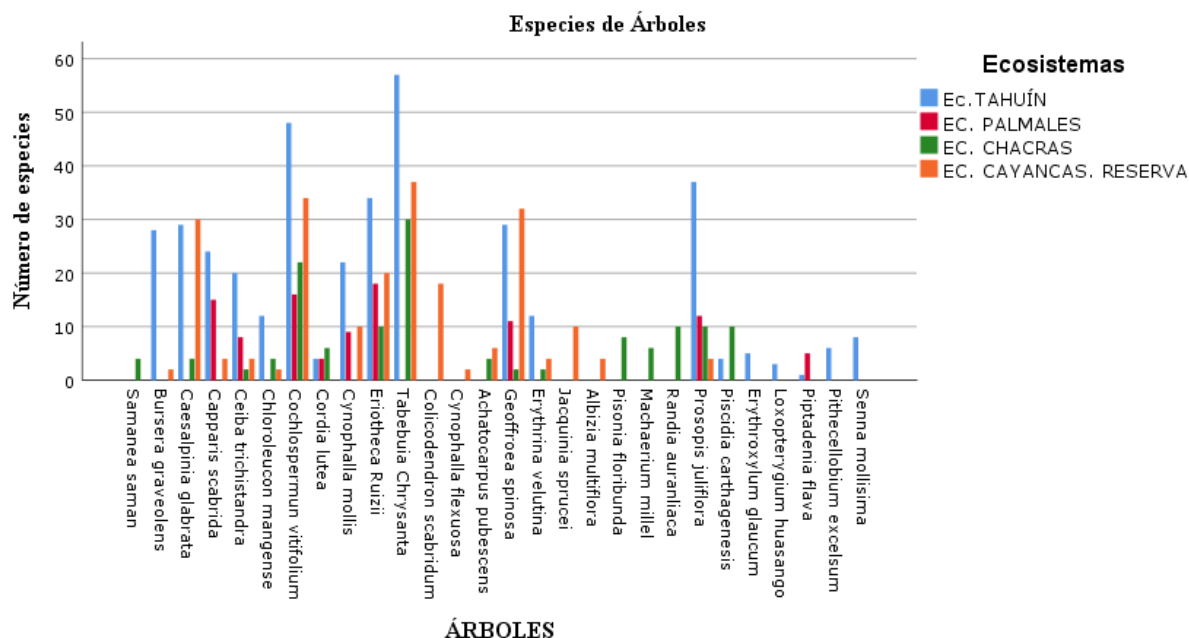


Figura 2. Número de especies de árboles por cada ecosistema.

Arbustos.

En la Tabla 5 se muestran los resultados de las 27 especies de arbustos y su frecuencia encontrados. Las especies con mayor presencia pertenecieron a *Rudgea skutchii* (124) y *Cynophalla mollis* (120), de la misma manera, las especies menos presentes son: *Strombosia ceylanica* (1), *Handroanthus crysanthus* (2), *Piptadenia flava* (3), cabe indicar que no todas las especies se encuentran presentes en cada sitio de estudio. De manera gráfica en la Figura 3 se observa cómo se distribuye cada especie.

Tabla 5. *Especies de arbustos encontrados en los puntos de muestreo.*

ESPECIES ARBUSTOS	ECOSISTEMAS				Total
	TAHUÍN	PALMALES	CHACRAS	CAYANCAS	
Hylodesmun pauciflorum	22	9	0	10	41
Phyllanthus tenellus	0	0	6	0	6
Ipomea orizabensis	34	18	10	20	82
Rudgea skutchii	57	0	30	37	124
Urera baccifera	6	0	0	0	6
Philadelphus inodorus	29	11	2	32	74
Solanum betaceum	37	5	4	4	50
Solanum ptychanthum	4	12	10	0	26
Albizia julibrissin	0	0	4	6	10
Vaccinium parvifolium	8	0	0	0	8
Pleuranthodendron lindenni	0	0	10	0	10
Strombosia ceylanica	1	0	0	0	1
Gouania longispicata	4	4	6	0	14
Philenoptera violacea	0	0	0	10	10
Brossonetia Papyrifera	28	0	0	2	30
Dendrolobium umbellatum	0	0	0	18	18
Armatocereus cartwrightianus	0	0	0	4	4
Randia aurantiaca	5	0	10	0	15
Cynophalla mollis	48	16	22	34	120
Pithecellobium excelsum	0	0	8	0	8
Handroanthus crysanthus	0	0	0	2	2
Cynophalla flexuosa	20	8	2	4	34
Cynophalla heterophylla	12	0	4	2	18
Croton wagneri	24	15	0	4	43
Piptadenia flava	3	0	0	0	3
Lantana camara	12	0	2	4	18
Cissus verticillata	29	0	4	30	63
Total	383	98	134	223	838

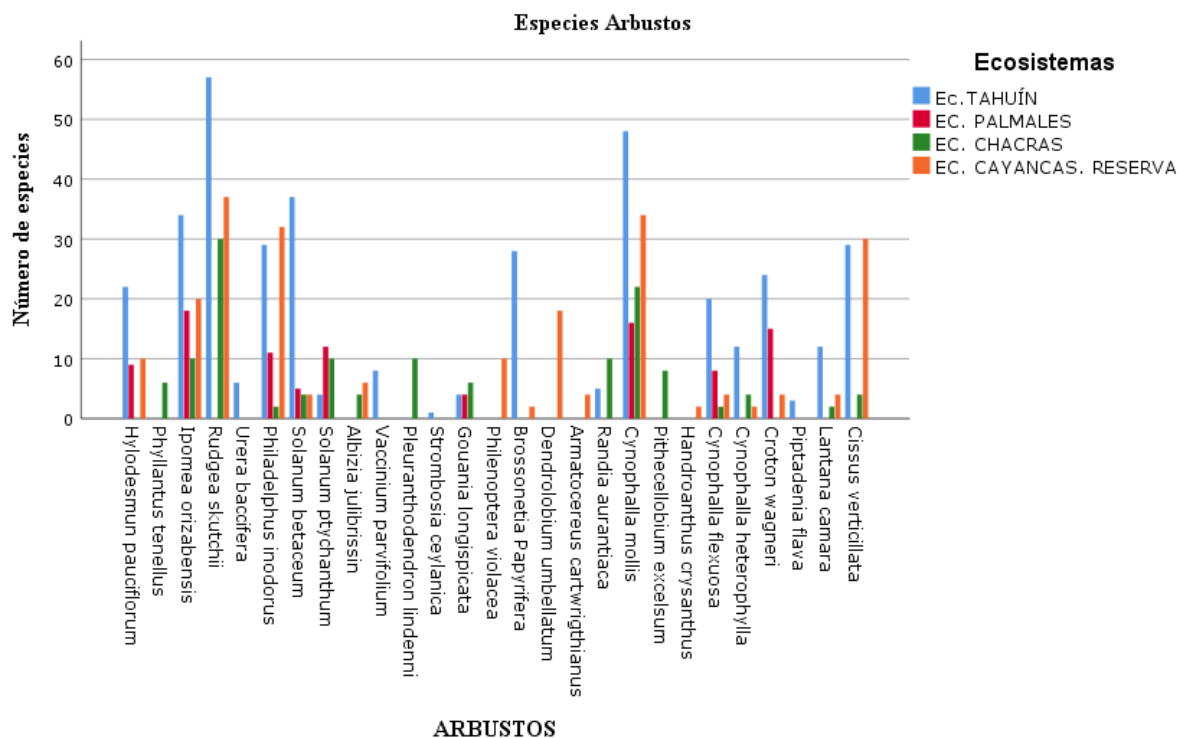


Figura 3. Número de especies de arbustos por cada ecosistema.

Hierbas.

Se encontraron 27 especies de arbustos como se muestra en la Tabla 6. Las especies con mayor presencia pertenecieron a *Oplismenus hirtellus* (124) y *Chromolaena odorata* (120), de la misma manera, las especies menos presentes son: *Cornus amomum* (2), *Uncaria tomentosa* (3), *Abutilon multiflorum* (4), de la misma manera no todas las especies se encuentran presentes en cada sitio de estudio. De manera gráfica se observa en la Figura 4 como se distribuye cada especie.

Tabla 6. Especies de hierbas encontrados en los puntos de muestreo.

ESPECIES HIERBAS	ECOSISTEMAS				Total
	TAHUÍN	PALMALES	CHACRAS	CAYANCAS	
Cornus amomum	0	0	0	2	2
Phaseolus polystachios	5	0	10	0	15
Chamaecrista sp.	12	0	4	2	18
Aristolochia constricta	0	0	4	6	10
Petiveria alliacea	4	12	10	0	26
Nephrolepis pectinata	0	0	8	0	8
Oplismenus compositus	0	0	10	0	10
Uncaria tomentosa	3	0	0	0	3
Galega officinalis	34	18	10	20	82
Ilex guayusa	12	0	2	4	18
Bambusa vulgaris	29	0	4	30	63
Abutilon multiflorum	0	0	0	4	4
Bauhinia tomentosa	24	15	0	4	43
Ipomoea batata	29	11	2	32	74
Acalypha polystachya	28	0	0	2	30
Oplismenus hirtellus	57	0	30	37	124
Malvaviscus penduliflorus	0	0	6	0	6
Elytraria imbricata	22	9	0	10	41
Capsicum chinense	20	8	2	4	34
Malvaviscus arboreus	0	0	0	10	10
Clerodendrum thomsoniae	4	4	6	0	14
Cissus verticillata	0	0	0	18	18
Passiflora foetida	37	5	4	4	50
Chromolaena odorata	48	16	22	34	120
Total	368	98	134	223	823

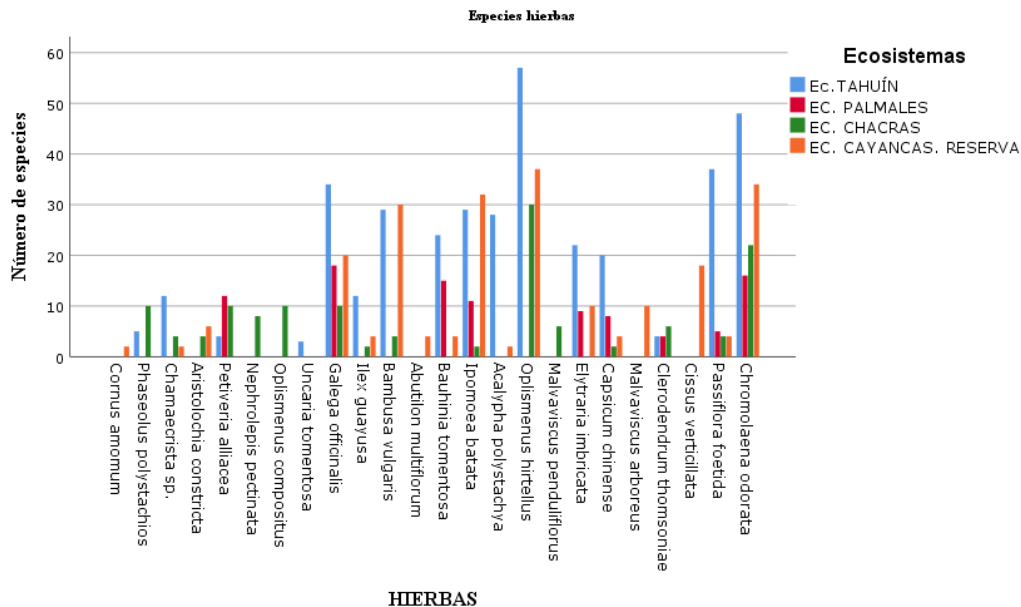


Figura 4. Número de especies de hierbas por cada ecosistema.

Relación ecológica. Diversidad Alfa.

Para la comparación de las variaciones de las especies y los patrones de diversidad entre ubicaciones y tipos de vegetación dentro de cada sitio de muestreo se utilizó los índices de diversidad alfa (riqueza, Shannon y Simpson).

Riqueza.

La riqueza de la vegetación, tanto para árboles, arbustos y hierbas en los cuatro ecosistemas investigados se presentan en la Tabla 7, y la línea de tendencia se observa en la figura 5.

Tabla 7. Riqueza de la vegetación (árboles, arbustos, hierbas) en las 4 localidades.

Localización	Tipo de Vegetación	Riqueza
CAYANCAS	Hierbas	17
	Arbustos	17
	Árboles	17
CHACRAS	Hierbas	16
	Arbustos	16
	Árboles	16
PALMALES	Hierbas	9
	Arbustos	9
	Árboles	9
TAHUIN	Hierbas	16
	Arbustos	19
	Árboles	19

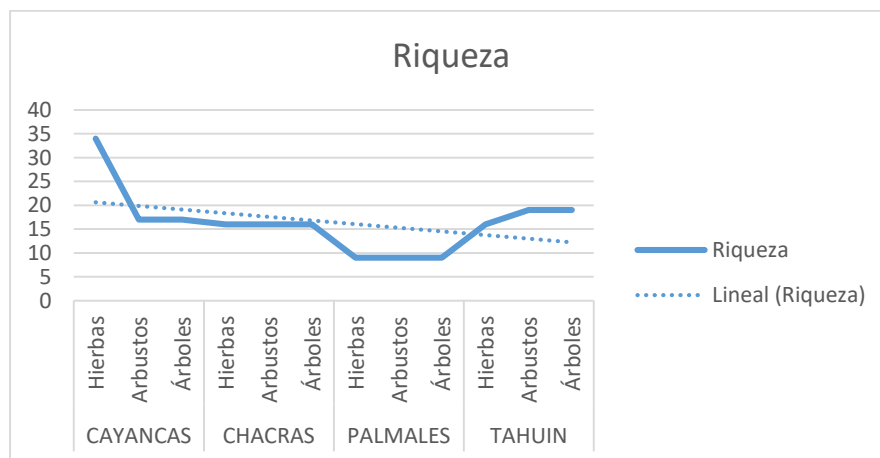


Figura 5. Tendencia de la riqueza de árboles, arbustos, hierbas en las localidades de estudio.

En la localidad de Palmales existe una baja riqueza de especies comparada con las otras localidades con valores semejantes tanto para árboles como para arbustos y hierbas (9 especies de cada tipo de vegetación); en cambio, Tahuín presenta valores más altos de riqueza de especies, árboles (19), arbustos (19), hierbas (16). Chachas como Cayancas comparten riquezas intermedias sobre la tendencia promedio.

Índice de Shannon.

En la Tabla 8 se reflejan los resultados del índice de Shannon teniendo en cuenta la abundancia relativa de cada especie; tanto para árboles, arbustos y hierbas en los cuatro ecosistemas investigados, y en la Figura 6 se observa la línea de tendencia del índice.

Tabla 8. Índice de Shannon de la vegetación (árboles, arbustos, hierbas) en las 4 localidades.

Localización	Tipo de Vegetación	Índice de Shannon
CAYANCAS	Hierbas	1,370950594
	Arbustos	2,924017279
	Árboles	3,485313452
CHACRAS	Hierbas	3,121960363
	Arbustos	3,158650104
	Árboles	3,549590032
PALMALES	Hierbas	2,454770856
	Arbustos	3,659799224
	Árboles	3,034360127
TAHUIN	Hierbas	2,539787688
	Arbustos	3,424794996
	Árboles	3,78970231

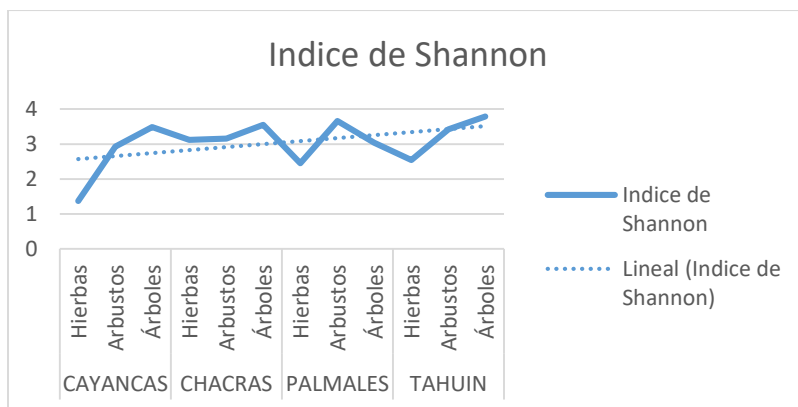


Figura 6. Tendencia del índice de Shannon de especies de árboles, arbustos, hierbas en las localidades de estudio.

Índice de Simpson.

Los resultados del índice de Simpson se reflejan en la Tabla 9, teniendo en cuenta la abundancia relativa de cada especie; tanto para árboles, arbustos y hierbas en los cuatro ecosistemas investigados, y en la Figura 7 se observa la línea de tendencia del índice.

Tabla 9. Índice de Simpson de la vegetación (árboles, arbustos, hierbas) en las 4 localidades.

Localización	Tipo de Vegetación	Índice de Simpson
CAYANCAS	Hierbas	0,56
	Arbustos	0,836078855
	Árboles	0,889380442
CHACRAS	Hierbas	0,87037037
	Arbustos	0,869720405
	Árboles	0,888839385
PALMALES	Hierbas	0,778795669
	Arbustos	0,898148148
	Árboles	0,869221158
TAHUIN	Hierbas	0,701856914
	Arbustos	0,89457795
	Árboles	0,915065206

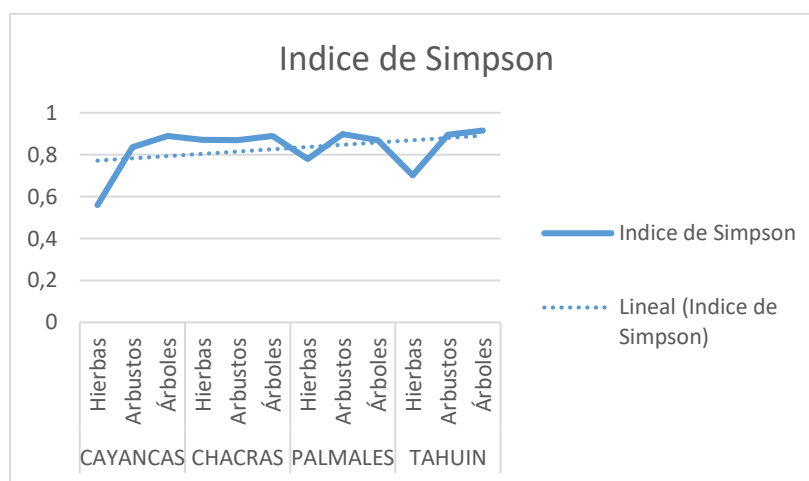


Figura 7. Tendencia del índice de Simpson de especies de árboles, arbustos, hierbas en las localidades de estudio.

El análisis de diversidad fue realizado considerando toda la vegetación inventariada (árboles, arbusto, hierbas) en las parcelas de medición en las cuatro localidades muestreadas, obteniendo los siguientes resultados:

La diversidad de especies según el índice de Shannon en Tahuín se clasifica como diversidad alta (3,79) para árboles, diversidad media para arbustos (3,42) y hierbas (2,54), el índice de Simpson arroja valores superiores a (0,7) para toda la vegetación, lo que indica que la diversidad es alta para este lugar.

La diversidad de especies según el índice de Shannon en Palmales se clasifica como diversidad alta (3,66) para arbustos, diversidad media para árboles (3,03) y hierbas (2,45), el índice de Simpson arroja valores superiores a (0,77) para toda la vegetación, lo que indica que la diversidad es alta para este lugar.

La diversidad de especies según el índice de Shannon en Chacras se clasifica como diversidad relativamente alta (3,55) para árboles, diversidad media para arbustos (3,16) y hierbas (3,12), el índice de Simpson arroja valores superiores a (0,86) para toda la vegetación, lo que indica que la diversidad es alta para este lugar.

La diversidad de especies según el índice de Shannon en Cayancas se clasifica como diversidad media (3,48) para árboles, para arbustos (2,92) y hierbas (1,37), el índice de Simpson arroja valores para árboles (0,89), para arbustos (0,84) indicando que presentan diversidad alta para este tipo de vegetación, al contrario de las hierbas que presentan diversidad media (0,56).

Relación ecológica. Diversidad Beta.

Los resultados del Índice de Jaccard para árboles se presentan en la Tabla 10, donde, el valor entre Chacras y Palmales es bajo (0.3158), esto sugiere que estos dos lugares tienen una composición de especies bastante distinta en la vegetación de árboles. En cambio, un valor más alto entre Tahuín y Cayancas (0.5) implica una mayor similitud entre estos sitios en términos de las especies de árboles presentes. Esto se observa en la Figura 8 donde los colores más claros indican mayor similitud (índices cercanos a 1) y los colores más oscuros indican menor similitud (índices cercanos a 0).

Tabla 10. Índice de Jaccard – árboles.

	TAHUIN	PALMALES	CHACRAS	CAYANCAS
TAHUIN	1,0	0,4737	0,4583	0,5
PALMALES	0,4737	1,0	0,3158	0,3684
CHACRAS	0,4583	0,3158	1,0	0,4348
CAYANCAS	0,5	0,3684	0,4348	1,0

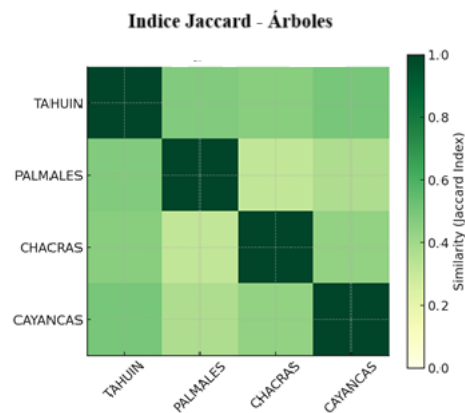


Figura 8. *Indice de Jaccard – árboles.*

Los resultados del Índice de Jaccard para arbustos se presentan en la Tabla 11, donde, el valor entre Palmales y Chacras, Palmales y Cayancas es bajo (0.0), esto sugiere que estos dos lugares tienen una composición que no comparten la vegetación de arbustos. En cambio, un valor más alto entre Tahuín y Cayancas (0.3529) implica una mayor similitud entre estos sitios en términos de las especies de arbustos presentes. Esto se observa en la Figura 9 donde los colores más claros indican mayor similitud (índices cercanos a 1) y los colores más oscuros indican menor similitud (índices cercanos a 0).

Tabla 11. *Indice de Jaccard – arbustos.*

	TAHUIN	PALMALES	CHACRAS	CAYANCAS
TAHUIN	1,0	0,2607	0,1429	0,3529
PALMALES	0,2607	1,0	0,0	0,0
CHACRAS	0,1429	0,0	1,0	0,2353
CAYANCAS	0,3529	0,0	0,2353	1,0

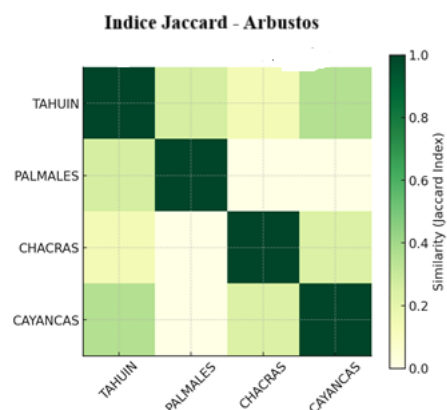


Figura 9. *Indice de Jaccard – arbustos.*

Los resultados del Indice de Jaccard para hierbas se presentan en la Tabla 12, donde, el valor entre Tahuín y Chacras, Tahuín y Cayancas es bajo (0.0), esto sugiere que estos dos lugares tienen una composición de especies bastante distinta en la vegetación de hierbas. En cambio, un valor más alto entre Chacras y Cayancas (0.1818) implica una mayor similitud entre estos sitios en términos de las especies de hierbas presentes. Esto se observa en la Figura 10 donde los colores más claros indican mayor similitud (índices cercanos a 1) y los colores más oscuros indican menor similitud (índices cercanos a 0).

Tabla 12. *Indice de Jaccard – hierbas.*

	TAHUIN	PALMALES	CHACRAS	CAYANCAS
TAHUIN	1,0	0,0417	0,0	0,0
PALMALES	0,0417	1,0	0,05	0,0769
CHACRAS	0,0	0,05	1,0	0,1818
CAYANCAS	0,0	0,0769	0,1818	1,0

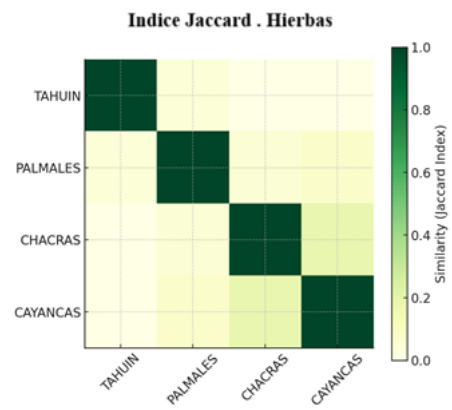


Figura 10. *Indice de Jaccard – hierbas.*

CAPITULO 4

DISCUSIÓN

Composición florística árboles, arbustos, hierbas.

Analizando la composición florística en las cuatro localidades, en cuanto a la presencia de árboles se identificaron 28 especies, siendo *Tabebuia Chrysanta* y *Cochlospermum vitifolium* los que dominan en cuanto a su abundancia presente, de acuerdo con Luna (2022) en su estudio en el mismo ecosistema bosque seco en el que evidencia también *Handroanthus chrysanthus*, *Ceiba trichistandra* y *Cochlospermum vitifolium* como las especies de mayor importancia ecológica, coincidiendo en una especie, resultados diferentes por (Aguirre et al., 2014), quienes reportaron *Simira ecuadoriensis*, *Handroanthus chrysanthus*, *Ceiba trichistandra* como especies de mayor dominancia. También Aguirre et al. (2006), Aguirre (2013), Aguirre et al. (2013), Aguirre et al. (2014) afirman que *Ceiba trichistandra*, *Handroanthus chrysanthus*, *Eriotheca ruizii* Benitez (2023) y *Simira ecuadorensis* tiene mayor importancia ecológica y que son las especies típicas y características de los bosques secos de Ecuador y Perú, en comparación con otros bosques secos del mundo, *Vachellia macracantha* para Chimarro (2013) es el árbol con mayor abundancia.

Las especies de árboles con menor dominancia corresponden a *Cynophalla flexuosa*, *Loxopterygium huasango*, *Samanea saman* debido a que no se encuentran compartiendo su presencia en las localidades muestreadas, a diferencia de lo que afirma Aguirre (2021) que *Allophylus sp.*, *Senna mollissima*, *Acacia macracantha*, *Croton sp.*, *Maclura tinctoria* son las especies menos dominantes e importantes del ecosistema.

El estudio realizado en las áreas adyacentes a la Reserva Ecológica Arenillas demuestra que existen perturbaciones que afectan el patrón de distribución de los árboles Behera (2023), principalmente por actividades antrópicas productivas.

El estrato arbustivo muestra como resultado 27 especies identificadas de las cuales *Rudgea skutchii* y *Cynophalla mollis* son las especies mayormente presentes, a diferencia de Aguirre (2021) que determina a *Croton sp.*, *Rauvolfia tetraphylla* y *Dendrophorbium lloense* como las especies con mayor frecuencia en su estudio de bosque seco, y para Chimarro (2013) *Croton menthodoros*. Las especies menos frecuentes *Strombosia ceylanica*, *Handroanthus chrysanthus*, *Piptadenia flava* no

coinciden como Aguirre (2021) en el que reconoce a la especie *Bougainvillea peruviana* como la especie con menor densidad e importancia.

Las hierbas se registraron 24 especies de las cuales en mayor número se encontraron las especies *Oplismenus hirtellus* y *Chromolaena odorata* a diferencia de las especies *Bidens pilosa* y *Dicliptera paposana* registradas por Aguirre (2021). Las especies menos frecuentes son *Cornus amomum*, *Uncaria tomentosa*, *Abutilon multiflorum* de la misma manera, difieren de *Pavonia sepium*, *Convolvulus sp.*, *Rhynchosia sp.*, *Viguiera sp.*, *Fiebrigiella sp.*, *Achirantes sp.* y *Abutilon mollissimum* Aguirre (2021).

La vegetación arbustiva y herbácea difieren en la importancia de las frecuencias con que se las encuentra en los diferentes lugares de muestreo, lo que indica que la composición florística puede variar según las condiciones generales del ambiente y que son especies fácilmente adaptables a diferentes condiciones ambientales Chimarro (2023).

Relación ecológica – Índices alfa.

La diversidad florística de árboles del bosque seco según el Índice de Shannon tiene valores en la parcela de Tahuín 3.79, en la parcela de Palmales 3.03, en la parcela de Chacras 3.55 y en la parcela de Cayancas 3.49, teniendo diversidades alta, media, alta y media respectivamente; en los estudios realizados por Aguirre (2021) en bosque seco tiene un valor de 0,38 del estrato arbóreo, que significa una diversidad media, mientras que Granda y Guamán (2006) en su estudio registran la misma diversidad con un valor de 0,42. Además, Aguirre et al. (2014) determinó una diversidad alfa baja de 0,31. Según el índice de Shannon para este estudio reporta mayor diversidad que los descritos por los otros autores en bosque seco posiblemente por el mejor estado de conservación de las estructuras arbóreas.

En el estrato arbustivo la diversidad de Shannon tiene un valor de 3.42 para Tahuín, 3.66 para Palmales, 3.16 para Chacras y 2.92 para Cayancas, que significan diversidad alta, alta, media y media respectivamente. En contraste al valor obtenido por Aguirre (2021) 0.26 que significa que la diversidad del bosque para este estrato es baja. El número de localidades muestreadas sería el motivo de la diferencia de la diversidad arbustiva.

En cuanto al estrato herbáceo la diversidad es media con un valor de 2.53 para Tahuín, 2.45 Palmales, 3.12 Chacras y 1.37 para Cayancas, similares a la diversidad media con un valor de 0.42 obtenido por Aguirre (2021).

Relación ecológica – Índice Beta.

El índice de similitud de Jaccard indica que para la vegetación arbórea de las cuatro localidades muestreadas, existe mayor similitud entre Tahuín y Cayancas (0.5) y que la composición arbórea es bastante distinta entre Chacras y Palmales (0.3158). Según Luna (2022), La variabilidad climática implica la existencia de oportunidades temporales para que cada especie arbórea maximice el crecimiento (García-Cervigón et al., 2019). La dinámica de la cubierta arbórea ha disminuido por perturbaciones ambientales atribuidas principalmente al aumento de la población, a las intervenciones humanas, a los cultivos, a la tala indiscriminada en los remanentes de bosques adyacentes a la Reserva Ecológica Arenillas Luna (2023).

Los resultados del Índice de Jaccard para arbustos sugiere que Tahuín y Cayancas (0.3529) tienen mayor similitud de especies, a diferencia del valor 0 encontrado entre Palmales y Chacras, Palmales y Cayancas, mismos que no comparten vegetación arbustiva.

El índice de Jaccard para hierbas sugiere una mayor similitud de especies entre Chacras y Cayancas (0.1818) y que la composición de especies es diferente con un valor de 0 entre Tahuín y Chacras; Tahuín y Cayancas.

CONCLUSIONES

La composición florística del bosque seco adyacente a la Reserva Ecológica Arenillas en las cuatro localidades estudiadas Tahuín, Palmales, Chacras y Cayancas es de 28 especies de árboles, 27 arbustos y 24 hierbas cuyas especies con mayor importancia ecológicas son: *Tabebuia Chrysanta*, *Cochlospermum vitifolium*, *Rudgea skutchii*, *Cynophalla mollis*, *Oplismenus hirtellus* y *Chromolaena odorata*.

El uso de los indicadores de biodiversidad alfa (Shannon, Simpson) sugieren valores que van de medios a altos en cuanto a la diversidad de especies para las localidades de estudio tanto para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.

La relación ecológica entre las parcelas de estudio, indican que entre las localidades (Tahuín, Palmales, Chacras, Cayancas) comparten especies vegetales en mayor o menor proporción debido a condiciones ecológicas similares, proximidad geográfica, manejo de los ecosistemas, perturbaciones externas a la biodiversidad.

Las parcelas de estudio se convirtieron en el escenario de estudio y monitoreo de especies vegetales para entender la dinámica del ecosistema y los resultados constituyen información útil para el manejo y conservación de los remanentes de bosques adyacentes a la reserva ecológica Arenillas.

RECOMENDACIONES

Fomentar la investigación sobre los bosques secos con el propósito de generar nuevos conocimientos que enriquezcan los estudios previos, promoviendo su conservación, el ordenamiento territorial y el uso sostenible. Estas iniciativas deben contar con el respaldo de instituciones estatales ecuatorianas responsables del ámbito ambiental.

Es fundamental llevar a cabo investigaciones complementarias que se centren en la interacción ecológica entre la fauna y la flora del bosque seco. Esto contribuirá al desarrollo del ecosistema y permitirá la construcción de una base de datos robusta para su monitoreo y gestión efectiva.

Se debe impulsar la realización de estudios en parcelas permanentes de monitores de la biodiversidad orientados a la fenología y ecología de las especies, con el objetivo de comprender las funciones ecológicas que desempeñan dentro del ecosistema. Esta información es esencial para implementar en la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Arenillas estrategias de manejo y conservación de la biodiversidad.

Es importante desarrollar una guía detallada de las especies presentes en el área de estudio, que incluya su descripción botánica, nombres comunes, valor ecológico y etnobotánico. Este recurso facilitará la cultura ambiental y fomentará la conservación del bosque, especialmente entre los habitantes de las comunidades cercanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aguirre Z. (2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. MAE/FAO Finlandia. Quito, Ecuador. 140 p. Disponible en <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>
- Aguirre Zhofre, Reyes Byron, Quizpe Wilson, Cabrera Alex. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 543-556. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24207>
- Aguirre, Z. (2019). Métodos para medir la biodiversidad. Métodos para medir la biodiversidad. Primera Edición. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. https://www.academia.edu/43784264/MÉTODOS_PARA_MEDIR_LA_BIODIVERSIDAD
- Aguirre, Z., Aponte, C., & Quizhpe, W. (2021). Bosque seco de la parroquia Mangahurco, Zapotillo, Loja, estudio de su composición florística, estructura y endemismo. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/838/1133>
- Anderson, M. J., Gorley, R. N., & Clarke, K. R. (2020). Quantifying ecological similarity: Methodologies and applications. *Ecological Monographs*, 90(1), e01370.
- Astudillo, P., Pérez, S., Troccoli, C., & Aponte, R. (2019). Degradación de los bosques secos de la región costa de Ecuador. *Revista Ecológica del Ecuador*, 21(2), 32–47.
- Ávila, D., Jara, C., Amador, F., Parés, A., Duncan, D., Cervera, J., Ordóñez, R., Paladines, G., Briceño, L., Liscano, V., & Espinosa, J. (2017). Importancia de la conservación del bosque seco tropical. *Biodiversity Studies*, 43(7), 89–102.
- Barton, K., González, A., & Loreau, M. (2022). Biodiversity conservation and ecosystem resilience. *Trends in Ecology & Evolution*, 37(5), 345–354.
- Bocanegra, M., Evert, L., Guillemín, J., Alcázar Moscoso, L., Gonzalez, S., & Cervalho, M. (2019). Restauración y conservación del bosque seco tropical en Colombia. *Journal of Tropical Ecosystems*, 50(1), 25–40.
- Ballesteros-Correa, Jesús, Morelo-García, Luís, & Pérez-Torres, Jairo. (2019). Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en Córdoba, Colombia. *Caldasia*, 41 (1), 224-234. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71320>
- Baselga, A., & Leprieur, F. (2019). Comparing methods to separate components of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(3), 340-352.

- Behera, M.C.; Sahoo, U.K.; Mohanty, T.L.; Prus, P.; Smuleac, L.; Pascalau, R. (2023). Species Composition and Diversity of Plants along Human-Induced Disturbances in Tropical Moist Sal Forests of Eastern Ghats, India. *Forests* 2023, 14, 1931. <https://doi.org/10.3390/f14101931>
- Benítez, A.; Chalan, J.; Tinitana, F.; Morocho, V.; Armijos, L. (2023). Estructura dimétrica de *Bursera graveolens* Triana & Planch. en bosques secos: especie con potencial uso no maderable. *Bosques Latitud Cero*, 13(2): 70 - 79. <https://doi.org/10.54753/blc.v13i2.1658>
- Boonma, T., Saensouk, S. & Saensouk, P. (2023). Diversidad y utilización tradicional de las plantas Zingiberaceae en la provincia de Nakhon Nayok, Tailandia central. *Diversidad*, 15 (8), 904. MDPI AG. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.3390/d15080904>
- Cadotte, M., Carscadden, K., & Mirotchnick, N. (2021). Functional diversity metrics and their importance in ecological studies. *Ecological Applications*, 31(2), e02294.
- Cárdenas, A., Lozano, J., y Quintero, C. (2020). Ecophysiological adaptations in Tropical Dry Forest trees. *Biotropica*, 52(4), 503-513.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G. M., Tilman, D., Wardle, D. A., Kinzig, A. P., Daily, G. C., Loreau, M., Grace, J. B., Larigauderie, A., Srivastava, D. S., & Naeem, S. (2020). Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. *Ecology Letters*, 23 (3), 1–11.
- Ceballos, G., García, A., & Ehrlich, P. R. (2022). Conservation of tropical dry forests in Latin America. *Conservation Biology*, 36 (4), 789–795.
- Chase, J. M., McGill, B. J., & Rosindell, J. (2020). The impact of environmental variability on species richness and community composition. *Ecology Letters*, 23(12), 1745–1762.
- Chao, A., Chiu, C. H., & Jost, L. (2021). Dissimilarity and similarity metrics in ecology: Concepts and applications. *Journal of Ecology*, 109 (2), 519–535.
- Chiarucci, A., Bacaro, G., Fattorini, L., Landi, S., & Viciani, D. (2021). Quantifying plant diversity in ecological surveys: Concepts, methods, and challenges. *Journal of Plant Ecology*, 14(2), 120–138.
- Chimarro Cumbal, J. C., Cué García, J. L., Arcos Unigarro, C. R., & Paredes Rodríguez, H. O. (2023). Diversidad florística y estructura del bosque seco en el norte del Ecuador. *Revista Cubana De Ciencias Forestales*, 11(2), e651. Recuperado a partir de <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/651>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). La pérdida de los bosques de América Latina y el Caribe 1990–2020: evidencia estadística. Recuperado de https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/47151/S2100266_es.pdf

- Cuéllar-Cardozo, J. A., Nossa-Silva, D., Vallejo, M. I. (2022). Diversidad y estructura florística en zonas riparias de un remanente de bosque seco tropical. *Colombia Forestal*, 25(2), 70-84. <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v25n2/0120-0739-cofo-25-02-70.pdf>
- Cueva, Eduardo, Lozano, Deicy, & Yaguana, Celso. (2019). Efecto de la gradiente altitudinal sobre la composición florística, estructura y biomasa arbórea del bosque seco andino, Loja, Ecuador. *Bosque (Valdivia)*, 40(3), 365-378. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002019000300365>
- Delgado, S., & Valle, A. (2022). Human impact on plant communities in Arenillas Reserve. *Tropical Ecology Letters*, 65(4), 278-295.
- Dewi, S., van Noordwijk, M., Ekadinata, A., & Pfund, J. L. (2017). Conducta humana y ecosistemas frágiles. *Environmental Impact Journal*, 13(3), 299–315.
- Díaz, S., Lavorel, S., & de Bello, F. (2021). The concept of functional convergence and divergence in ecological communities. *Trends in Ecology & Evolution*, 36 (1), 3–9.
- Durán, S., Andrade, M., & Sandoval, E. (2022). Dynamic landscapes: Seasonal adaptations in Tropical Dry Forests. *Journal of Tropical Ecology*, 38(1), 18-32.
- Espinosa, C., Jara Guerrero, P., Cisneros, H., Sotomayor, S., & Escribano Ávila, G. (2016). Relación entre riqueza y tamaño en áreas protegidas. *Conservation Ecology*, 18(2), 101–114.
- Ferrier, S., Watson, J. E. M., & Noss, R. F. (2021). Connectivity and biodiversity conservation in fragmented landscapes. *Biological Conservation*, 253, 108872.
- Ferrufino, Y., Mejía, L., Rodríguez, F., Escoto, K., & Sarmiento, H. (2019). Amenazas a los ecosistemas de bosques secos en América Latina. *Latin American Journal of Ecology*, 29(6), 200–217.
- Fundación Ecosistemas Secos de Colombia. (2023). Recuperado de <https://www.ecosistemassecos.org/es/>
- García-Cervigón, A. I., Camarero, J. J., Cueva, E., Espinosa, C.I., & Escudero, A. (2019). Climate seasonality and tree growth strategies in a tropical dry forest. *Journal of Vegetation Science*, 266 - 280.
- García-Q., Hector, Carbonó-DelaHoz, Eduino y Barranco-Pérez, Willinton. (2021). Diversidad beta del bosque seco tropical en el norte del Caribe colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45 (174), 95-108. Publicación electrónica del 18 de septiembre de 2021. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1267>
- González, A., Cardinale, B. J., & Loreau, M. (2022). Ecological restoration and biodiversity in tropical dry forests. *Journal of Applied Ecology*, 59 (1), 75–88.

- Guacán Farinango, F. A. (2023). Composición florística y estructura del bosque seco, en el Valle Tinallo, Quito-Pichincha [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <http://repositorio.utm.edu.ec/handle/123456789/14388>
- Isbell, F., Craven, D., & Connolly, J. (2019). Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*, 526 (7574), 574–577.
- Isbell, F., Hautier, Y., & Allan, E. (2021). Ecological resilience and species richness. *Nature Ecology & Evolution*, 5(7), 942–949.
- Jiménez, J. & Gómez, L. (2023). Biodiversity loss in tropical dry forests of Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, 32(7), 1123-1135.
- Jones, K., & Diaz, S. (2022). Human impact on species richness in tropical forests. *Biological Conservation*, 267, 109506.
- Jost, L., Chao, A., & Tuomisto, H. (2021). Alpha, beta, and gamma diversity in ecological research. *Ecology Letters*, 24 (4), 613–622.
- Lebrón-Liriano, Berleni V., & Guerrero Arias, Ángela. (2023). Diversidad y composición florística del bosque seco y semideciduo de la Reserva Forestal Guanito, provincia San Juan, República Dominicana. *Acta botánica mexicana*, (130), e2093. Epub 02 de junio de 2023. <https://doi.org/10.21829/abm130.2023.2093>
- Legendre, P., Borcard, D., & Peres-Neto, P. R. (2021). Beta diversity: Measuring variation in ecological communities. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 52, 25–48.
- León, H., & Pardo, L. (2022). Phenological responses to climate in tropical dry forests. *Biotropica*, 54(1), 25-35.
- Levin, S., Lubchenco, J., & Tilman, D. (2020). Biodiversity and ecosystem function in dryland systems. *Ecology and Society*, 25 (2), 19.
- López, J., Martínez, M., & Pérez, R. (2022). Endangered species and conservation priority areas in tropical dry ecosystems. *Biodiversity Journal*, 33 (3), 391–401.
- Luna Florin, A. D., Sánchez Asanza, A. W., Maza Maza, J. E., Castillo Figueroa, J. E. (2022). Índices de diversidad florística forestal en la Reserva Ecológica Arenillas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 96-103. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- McGill, B. J., Dornelas, M., & Gotelli, N. J. (2020). Homogenization of biodiversity: Causes, consequences, and conservation implications. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 51, 263–286.
- Melo, F., Fernández Méndez, R., & Villanueva, J. (2017). Complejidad y fragilidad de los bosques secos tropicales. *Journal of Dry Forest Studies*, 12(5), 345–360.
- Méndez, G., & Ortega, R. (2023). Conservation strategies for dry forests. *Ecological Management Journal*, 59(1), 110-125.

- Miller, R. & Russo, T. (2021). Plant community structure and ecosystem services in dry forests. *Plant Ecology*, 65(1), 45-60.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador. (2023). *Reserva Ecológica Arenillas. Recuperado de <https://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-ecol%C3%B3gica-arenillas>
- Mittelbach, G. G., McGill, B. J., & Scheiner, S. M. (2022). Patterns and processes in species richness across ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 53, 13–36.
- Molina Moreira, N., Valencia Chacón, N., Pérez Flor, J., Lavayen Tamayo, J., & de María Valverde, F. (2021). Composición Florística y Nuevos Registros para la Reserva Ecológica Arenillas, El Oro-Ecuador. *INVESTIGATIO*, (8), 111–132. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2016.8.7>
- Newbold, T., Hudson, L. N., & Hill, S. L. (2020). Human activities and biodiversity loss: Implications for conservation. *Nature Communications*, 11 (1), 2469.
- Ouyang, Z., Zhao, T., & Smith, P. (2021). The role of plant diversity in climate resilience. *Environmental Research Letters*, 16 (8), 084012.
- Pavoine, S. & Bonsall, M. B. (2020). Phylogenetic diversity and its applications in conservation biology. *Ecography*, 43(1), 3-14.
- Pérez, F., y Aguilar, N. (2021). Endemism and diversity in Arenillas tropical dry forest. *Biodiversity Conservation Journal*, 22(3), 311-324.
- Ramírez Huila, Wagner, & Ayoví Garces, Narcisa Elizabeth. (2022). Estructura y composición arbórea del bosque seco tropical en el valle Sancán, Manabí, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 10(2), 169-181. Epub 02 de agosto de 2022. Recuperado en 12 de octubre de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692022000200169&lng=es&tlng=es.
- Rodríguez, L. & Sánchez, P. (2021). Deforestation impacts in dry tropical forests: a comparative analysis. *Environmental Conservation*, 49(2), 123-130.
- Santos, R. A., & Muñoz, E. (2021). Endemic flora in dry forest ecosystems: resilience and conservation. *Flora & Fauna Review*, 60(3), 213-221.
- Suárez-R., Silvia, & Vargas-R., Orlando. (2019). Composición florística y relaciones ecológicas de las especies de frontera, parches y árboles aislados de un bosque seco tropical en Colombia. Implicaciones para su restauración ecológica. *Caldasia*, 41 (1), 28-41. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71281>
- Székel, P., Székel, D., Armijos-Ojeda, D., Jara-Guerrero, A. y Cogălniceanu, D. (2016). Anfibios de un bosque seco tropical: Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador. *Ecosistemas*, 25 (2), 24-34.

- Tenzin, N., & Hasenauer, H. (2016). Impactos negativos de las actividades humanas en los bosques. *Forestry Journal*, 18(1), 77–88.
- Tilman, D. (2020). Biodiversity and Ecosystem Services: a Global Perspective. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(3), 187-194.
- Vanacker, V., Molina, A., Torres, C., Calderón, C., & Cadilhac, L. (2018). Políticas ambientales y su impacto en la conservación del bosque seco. *Environmental Policy Review*, 25(3), 130–145.
- Vellend, M., Baeten, L., & Becker, S. (2020). Global patterns of biodiversity and environmental drivers. *Ecology and Society*, 25 (4), 1.
- Whittaker, R. J., Heegaard, E., & Triantis, K. A. (2021). Diversity metrics and their implications for biodiversity conservation. *Global Ecology and Biogeography*, 30 (1), 4–18.
- Willig, M. R., & Presley, S. J. (2020). Biogeography of biodiversity patterns in tropical ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(6), 317-324.
- WWF Perú. (2022). América Latina repite los indicadores más críticos de pérdida de biodiversidad en el mundo. Recuperado de <https://www.wwf.org.pe/?379176%2FAmerica-Latina-repite-los-indicadores-mas-criticos-de-perdida-de-biodiversidad-en-el-mundo=>

GLOSARIO

Biodiversidad:

Variedad y variabilidad de los organismos vivos y los ecosistemas en los que habitan, incluyendo la diversidad genética, de especies y de ecosistemas. Indicador clave del equilibrio ecológico y la sostenibilidad de un ecosistema.

Bosque Seco Tropical (bsT):

Ecosistema caracterizado por su estacionalidad climática, con una temporada de lluvias breve y prolongadas sequías. Alberga especies adaptadas a condiciones extremas, con alto endemismo.

Composición Florística:

Identidad y proporción de las especies vegetales que conforman una comunidad en un área específica. Incluye análisis de familias, géneros y especies presentes.

Diversidad Alfa:

Diversidad dentro de una misma área o comunidad. Índices como el de Shannon y Simpson.

Diversidad Beta:

Diferencia en la diversidad de especies entre comunidades o áreas. Evalúa la heterogeneidad espacial de un ecosistema.

Diversidad Florística:

Conjunto de especies vegetales en un área determinada, incluyendo su riqueza, equidad y diversidad filogenética. Impacto: Crucial para los procesos ecosistémicos y la resiliencia ambiental.

Endemismo:

Presencia exclusiva de una especie en una región geográfica limitada. Ejemplo: Flora única de la Reserva Ecológica Arenillas.

Especie Indicadora:

Organismos que reflejan el estado de conservación o alteración de un ecosistema. Ejemplo: Especies sensibles a perturbaciones humanas en bosques secos.

Fragmentación del Hábitat:

Separación de un ecosistema continuo en partes más pequeñas, generalmente debido a actividades humanas. Consecuencias: Reducción de la conectividad y pérdida de biodiversidad.

Índice de Shannon:

Medida de diversidad que toma en cuenta la abundancia y equidad de especies. Fórmula: $H' = -\sum (p_i * \ln(p_i))$, donde p_i es la proporción de individuos de una especie.

Riqueza de Especies:

Número total de especies presentes en un área específica. Indicador clave de la biodiversidad de un ecosistema.

Similitud de Especies:

Proporción de especies compartidas entre diferentes comunidades o áreas. Métodos de Evaluación: Índices de Jaccard y Sorensen.

Servicios Ecosistémicos:

Beneficios proporcionados por los ecosistemas a los seres humanos, como la regulación hídrica, la captura de carbono y la fertilidad del suelo. Contexto: Fundamental para la sostenibilidad en regiones como los bosques secos tropicales.

Inventario Florístico:

Registro sistemático de las especies vegetales presentes en un área. Objetivo: Proveer datos para la conservación y manejo sostenible de ecosistemas.

Adaptaciones Fisiológicas y Morfológicas:

Características que permiten a las especies sobrevivir en condiciones ambientales extremas. Ejemplo: Raíces profundas y hojas deciduas en especies del bosque seco tropical.