UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

"Composición florística del bosque seco en Pablo Arenas, Imbabura-Ecuador"

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

Autora: Yadira Gissela Chamorro Pozo

Director: Ing. Carlos Ramiro Arcos-Unigarro, Mgs.

Ibarra -junio – 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Yadira Gissela Chamorro Pozo

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Composición florística del bosque seco en Pablo Arenas, Imbabura-Ecuador"
AUTOR:	Yadira Gissela Chamorro Pozo
FECHA: AAAAMMDD	2026/06/09
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	**X GRADO** ☐ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Forestal
DIRECTOR:	Ing. Carlos Ramiro Arcos-Unigarro, Mgs.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 9 días, del mes de junio de 2026

AUTORA:

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
YADIRA GISSELA CHAMORRO POZO

.....

Yadira Gissela Chamorro Pozo

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 9 de junio de 2026

Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



.....

Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.

C.I.: 0400701181

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Composición florística del bosque seco en Pablo Arenas, Imbabura-Ecuador” elaborado por Yadira Gissela Chamorro Pozo, previo a la obtención del título del Ingeniero Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
CARLOS RAMIRO ARCOS UNIGARRO

…….

Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.

C.I: 0400701181

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
HUGO ORLANDO PAREDES RODRIGUEZ

…….

Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, MSc.

C.I: 1600285702

DEDICATORIA

A mis padres, Wilson Chamorro y Betty Pozo por ser mi mayor ejemplo de amor, esfuerzo y constancia. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por cada sacrificio silencioso y por enseñarme que todo sueño se alcanza con perseverancia y fe.

A mis hermanos Sulay e Isaac, por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento y por estar siempre presentes en cada paso de mi camino.

A mis abuelitos, con todo mi cariño y gratitud por su ternura, consejos y bendiciones.

Y en especial a mi abuelito, que desde el cielo guía mis pasos y me acompaña en cada logro. Este triunfo también es tuyo.

Agradezco profundamente a Erick Vargas por su valioso acompañamiento durante este proceso de investigación. Su apoyo, confianza y palabras de aliento fueron fundamentales para superar los desafíos presentados a lo largo de este camino. Gracias por estar presente y contribuir, de una u otra manera, al logro de esta meta académica.

A mis amigos Alisson Farinango, Dilan Fuentes y Mayra Benavides, por acompañarme con su amistad sincera, su alegría y su motivación permanente. Gracias por escucharme, por animarme en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada logro, por pequeño que fuera.

AGRADECIMIENTO

A mi director de tesis, Carlos Arcos - Unigarro Mgs, expreso mi sincero agradecimiento por su guía, dedicación y acompañamiento constante durante el desarrollo de este trabajo. Su experiencia, orientación académica y compromiso fueron fundamentales para dar forma a esta investigación y avanzar con seguridad en cada etapa del proceso.

A mi asesor de tesis, Hugo Paredes – Rodríguez MSc, por su valiosa asesoría, sus observaciones precisas y su disposición permanente para resolver dudas y fortalecer la calidad de este estudio. Su apoyo técnico y metodológico fue esencial para enriquecer los resultados y lograr un trabajo sólido y bien fundamentado.

A mi biometrista, Guillermo Varela – Jácome Mgs , por su apoyo indispensable en el análisis de los datos y por su paciencia al guiarme en la correcta interpretación estadística de los resultados. Su precisión técnica, claridad en las explicaciones y disposición para acompañar cada etapa del análisis fortalecieron de manera significativa la calidad metodológica de esta investigación.

A la Universidad Técnica del Norte, por haber sido el espacio donde adquirí los conocimientos, valores y experiencias que me permitieron formarme tanto profesional como personalmente, por abrirme las puertas al aprendizaje y brindarme la oportunidad de crecer académicamente.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la composición florística y la estructura horizontal y vertical del bosque seco de la parroquia Pablo Arenas, cantón Urcuquí, provincia de Imbabura. Este ecosistema presenta alta vulnerabilidad debido a actividades antropogénicas como la cañicultura, la ganadería, la extracción de leña y el pastoreo, las cuales afectan su estabilidad ecológica y capacidad de regeneración natural. Se empleó un enfoque mixto, de tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal. La intensidad de muestreo fue del 10 % del área efectiva, equivalente a una hectárea dentro de una superficie de 10,19 ha. Se establecieron 10 parcelas anidadas de 20 × 50 m para el componente arbóreo, con subparcelas de 5 × 5 m para arbustos y de 1 × 1 m para herbáceas. Los datos fueron procesados mediante ArcGIS Pro, Microsoft Excel y el software PAST para el cálculo de índices de diversidad. Se registraron 12 especies arbóreas y arbustivas, agrupadas en siete familias botánicas. La familia Fabaceae fue la más representativa, destacando *Vachellia macracantha* como la especie dominante, con el 48,55 % de los individuos y el mayor Índice de Valor de Importancia (49,73 %). El índice de Shannon (H' = 1,61) indicó una diversidad media, mientras que el índice de Simpson (0,70) evidenció una diversidad media-alta con predominio de especies adaptadas al estrés hídrico. La estructura vertical estuvo dominada por el estrato medio, reflejando procesos de regeneración secundaria. Se concluye que el bosque mantiene una estabilidad relativa sustentada por un reducido grupo de especies dominantes, por lo que se recomienda fortalecer el monitoreo y la conservación de especies menos representadas, como *Bursera graveolens***.**

Palabras claves: diversidad, estructura, indicadores ecológicos, *Vachellia macracantha*.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the floristic composition and the horizontal and vertical structure of the tropical dry forest located in Pablo Arenas Parish, Urcuquí Canton, Imbabura Province, Ecuador. This ecosystem is highly vulnerable due to anthropogenic activities such as sugarcane cultivation, livestock farming, firewood extraction, and grazing, which affect its ecological stability and natural regeneration capacity. A mixed-method approach was employed, using a descriptive, non-experimental, and cross-sectional research design. The sampling intensity corresponded to 10% of the effective area, equivalent to one hectare within a total area of 10.19 ha. Ten nested plots of 20 × 50 m were established for the tree component, with 5 × 5 m subplots for shrubs and 1 × 1 m subplots for herbaceous species. Data were processed using ArcGIS Pro, Microsoft Excel, and PAST software for the calculation of diversity indices. A total of 12 tree and shrub species belonging to seven botanical families were recorded. The Fabaceae family was the most representative, with *Vachellia macracantha* identified as the dominant species, accounting for 48.55% of the individuals and presenting the highest Importance Value Index (49.73%). The Shannon diversity index (H' = 1.61) indicated moderate diversity, while the Simpson index (0.70) revealed moderate to high diversity with a predominance of species adapted to water stress conditions. The vertical structure was dominated by the middle stratum, reflecting secondary regeneration processes. It is concluded that the forest maintains relative stability supported by a reduced group of dominant species. Therefore, strengthening monitoring programs and conserving less represented species, such as *Bursera graveolens*, is recommended.

Keywords: diversity, structure, ecological indicators, *Vachellia macracantha*.

LISTA DE SIGLAS

IVI. Índice de valor de importancia

COA. Código Orgánico del Ambiente.

MAE. Ministerio del Ambiente del Ecuador.

MAATE. Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica

MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN 1

Problema de investigación 1

Justificación 4

Objetivos 6

Preguntas de investigación. 6

CAPÍTULO I 7

MARCO TEÓRICO 7

1.1. Composición Florística 7

1.2. Estudio de vegetación 8

1.3. Diversidad florística 9

1.4. Índices de diversidad 9

1.5. Diversidad Alfa, Beta y Gamma 11

1.6. Bosque seco en Ecuador 12

1.7. Biodiversidad de bosques 13

1.8. Importancia ecológica del bosque seco 14

1.9. Estructura del bosque seco 14

1.10. Estructura horizontal 14

1.11. Estructura vertical 15

1.12. Frecuencia, abundancia, dominancia 16

CAPÍTULO II 17

MATERIALES Y MÉTODOS 17

2.1. Tipo de investigación según los siguientes criterios: **17**

2.2. Ubicación del lugar **17**

Parroquia de Pablo Arenas, Cantón Urcuquí, Provincia de Imbabura **17**

- **Límites** **18**

2.3. Caracterización edafoclimática del lugar **19**

2.4. Materiales, equipos y software **20**

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos. **20**

2.5.1. Universo-población. 20

2.5.2. Tamaño de la muestra. 20

2.5.3. Muestreo: 21

2.5.4. Instalación de las parcelas de campo 22

2.5.5. Explicar el trabajo a desarrollar en gabinete y campo. 23

2.6. Variables de estudio. **24**

La Estructura Vertical: 27

Índices de diversidad 27

Índice de Shannon 27

Índice de Simpson (Aguirre, 2006) 28

2.7 Procedimiento y análisis de datos. **29**

CAPÍTULO III 30

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30

Resultados de la composición florística, estructura e índices de diversidad del bosque seco en Pablo Arenas, Imbabura-Ecuador. **30**

3.1 Estructura Horizontal **31**

3.1.1. Abundancia relativa 31

3.1.2. Dominancia relativa 33

3.1.3. Frecuencia relativa 35

3.1.4. Cálculo del Índice de valor de importancia 36

3.2 Estructura vertical **38**

3.2.1 Índice de Shannon 38

3.2.2 Índice de Simpson 39

CAPÍTULO IV 41

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 41

Conclusiones **41**

Recomendaciones **43**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 44

ANEXOS 51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales, equipos y software a emplear en la investigación. 20

Tabla 2 Matriz para la toma de datos en campo del componente arbóreo inspirado en Chimarro (2023)..... 25

Tabla 3. Variables de estructura horizontal..... 25

Tabla 4. Comparación de categorías de estratos. 27

Tabla 5. *Rangos de diversidad para el índice de Shannon*……28

Tabla 6. *Porcentaje de distribución de las especies vegetales en el Bosque Seco de Pablo Arenas*……30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Delimitación del área de estudio..... 18

Figura 2 Selección de las parcelas al azar. 22

Figura 3 Diseño de parcelas y subparcelas tomado y modificado de Chimarro (2023).

..... 23

Figura 4. Abundancia relativa de las principales especies del bosque seco en Pablo

Arenas..... 32

Figura 5. *Dominancia relativa de las principales especies del bosque seco en Pablo Arenas*……..**34**

Figura 6. *Frecuencia relativa de las principales especies en el bosque seco de Pablo Arenas*…… ……35

Figura 7. *Índice de valor de importancia en el bosque seco de Pablo Arenas*…**…37**

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación.

- Problemática a investigar.

Según Aguirre, (2013) citado por Albán y Vargas, (2026) el Ecuador forma parte de un grupo de 17 países que son considerados megadiversos. Entre sus ecosistemas más importantes se encuentran los bosques secos tropicales estacionales ubicados en la parte central y norte de la costa en provincias como Imbabura, Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Loja. En el pasado, alrededor del 35% del territorio occidental del país (unos 28.000 km²) estaba cubierto por bosques de este tipo. Sin embargo, se estima que aproximadamente la mitad de esta superficie se ha perdido (Sierra et al., 1999). “El desconocimiento de los ecosistemas donde se desarrollan los bosques secos es una de las causales que provoca su mal manejo, deforestación y la disminución de la cobertura forestal”.

En las provincias de Carchi e Imbabura existen remanentes de bosques secos que han sido escasamente estudiados, lo que ha generado un conocimiento limitado sobre su valor de uso y su nivel de vulnerabilidad ecológica. La poca información dificulta la implementación de estrategias adecuadas de manejo y conservación, tal como lo señalan Chimarro *et al.* (2023)

En el bosque seco de Pablo Arenas, provincia de Imbabura (Ecuador), existe una importante potencialidad ecológica que aún no ha sido plenamente estudiada ni aprovechada. En este contexto, se evidencia una limitada disponibilidad de investigaciones, tanto en el ámbito formativo como científico, relacionadas con la composición florística y la estructura de este ecosistema. Esta falta de información impide conocer con precisión el estado de

conservación y las interacciones ecológicas presentes en el bosque seco, lo que a su vez limita el desarrollo de estrategias adecuadas de manejo, conservación y aprovechamiento sostenible.

Es importante señalar que, aunque estos remanentes de bosque seco no han sido completamente transformados por el avance de la frontera agrícola, particularmente por la expansión de la cañicultura, sí presentan un grado de afectación que incide en la dinámica del ecosistema. La presión antrópica ha generado alteraciones en la cobertura vegetal y en la estructura de la comunidad, modificando patrones de regeneración y composición florística. A ello se suma la ocurrencia de incendios forestales que, según Arcos *et al*. (2025), pueden originarse por causas naturales, acciones intencionales, negligencia humana, factores desconocidos o incluso actividades asociadas a infraestructura y transporte. Estos factores, en conjunto, podrían comprometer progresivamente la biodiversidad y los procesos ecológicos característicos del bosque seco. En este contexto, se evidencia la necesidad de implementar estrategias de manejo y conservación orientadas a prevenir un deterioro mayor del ecosistema y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

De manera general, la biodiversidad de los bosques secos del norte de los Andes enfrenta un alto nivel de riesgo debido a la expansión de la frontera agrícola y a procesos de deforestación no regulada, lo que ha provocado la reducción de la cobertura vegetal y la pérdida de especies endémicas en varios sectores de la región. A ello se suma la limitada asignación de recursos para investigaciones científicas en ecosistemas históricamente menos valorados frente a otros de mayor reconocimiento, lo que restringe la generación de información técnica para su conservación. Asimismo, la ubicación remota de muchos de estos remanentes y las condiciones climáticas propias de los bosques secos dificultan el

acceso y el desarrollo de estudios de campo. En diversos casos, las actividades humanas, como la agricultura y la ganadería, han contribuido a la degradación del bosque, reduciendo las oportunidades de analizar estos ecosistemas en condiciones relativamente naturales.

- Formulación del problema de investigación.

El bosque seco de la parroquia Pablo Arenas presenta un alto grado de vulnerabilidad debido a la presión generada por actividades antropogénicas como la cañicultura, la ganadería, la apertura de senderos, la tala para leña y el pastoreo. Estas actividades provocan la reducción y fragmentación de la cobertura vegetal, lo que altera las condiciones naturales del ecosistema y favorece el cambio en la composición de especies vegetales. Como consecuencia, se produce una disminución de especies nativas y un desequilibrio en la estructura y diversidad florística del bosque seco. Además, la pérdida de cobertura vegetal reduce la capacidad de regeneración natural del ecosistema, incrementa su degradación y compromete la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que este proporciona a las comunidades locales y al ambiente.

Pregunta de investigación

¿Cómo influyen las actividades antropogénicas (cañicultura, ganadería, senderos, tala para leña y pastoreo) en la composición florística, estructura y diversidad del bosque seco de la parroquia Pablo Arenas?

Justificación

Realizar un estudio en el bosque seco de la provincia de Imbabura resulta fundamental por su relevancia en el ámbito nacional, regional y local. Este tipo de investigación permite caracterizar de manera integral la biodiversidad vegetal y evaluar el estado de conservación de un ecosistema altamente vulnerable, el cual se encuentra sometido a una creciente presión antrópica derivada de la expansión agrícola, la urbanización y los efectos del cambio climático. Las comunidades cercanas se beneficiaron directamente de la información obtenida, ya que puede "fomentar el uso sostenible de los recursos y la implementación de programas de restauración que favorezcan la provisión de servicios ecosistémicos, como la regulación hídrica y la fertilidad del suelo".

"En el ámbito nacional, el estudio es relevante para cumplir con los objetivos de conservación de la biodiversidad establecidos en Ecuador, uno de los países megadiversos del mundo". Una mejor comprensión de la composición florística de los bosques secos permite aportar bases científicas para el diseño e implementación de políticas de protección y restauración ecológica, las cuales no solo favorecen la conservación de la biodiversidad, sino que también contribuyen a la mitigación de los efectos del cambio climático.

A nivel regional, los datos generados aportan a la planificación territorial y al desarrollo de políticas ambientales más eficaces, que pueden ser útiles para gobiernos locales e instituciones de conservación. Además, se contribuye a la educación ambiental y al fortalecimiento de proyectos ecoturísticos, los cuales tienen el potencial de generar ingresos y empleo para las poblaciones.

En el ámbito local, existe un número limitado de investigaciones que permitan valorar integralmente la importancia del bosque seco, su contexto ecológico y el valor de uso de las

especies para las comunidades asentadas en la cuenca media del río Mira. Esta escasez de estudios restringe la comprensión del aporte ecológico y socioeconómico de este ecosistema a nivel territorial.

Objetivos

Objetivo General

- Determinar la composición florística, estructura horizontal y vertical del bosque seco en Pablo Arenas, Imbabura-Ecuador.

Objetivos Específicos

- Analizar la estructura horizontal y vertical del bosque seco en Pablo Arenas, Imbabura-Ecuador.
- Determinar el índice de diversidad florística que existe en el bosque seco de Pablo Arenas, Imbabura-Ecuador.

Preguntas de investigación.

¿Cuál es la estructura horizontal y vertical del bosque seco en Imbabura-Ecuador?

¿Cuál es la diversidad florística de especies que se encuentra en el bosque seco en Imbabura-Ecuador?

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Composición Florística

La composición florística tiene como finalidad recopilar y analizar información detallada sobre las especies presentes en un bosque, con el propósito de generar conocimientos que sustenten prácticas adecuadas de conservación Hernández *et al*., (2016). Según estos autores, este tipo de estudios permite determinar la distribución de las especies en un área específica, así como evaluar parámetros ecológicos fundamentales como la diversidad, abundancia, dominancia, frecuencia, estructura e importancia ecológica de cada especie dentro del ecosistema.

Por su parte, Aguirre *et al*. (2021) señalan que el estudio de la composición florística tiene como objetivo conocer la distribución de los componentes arbóreo y arbustivo dentro de un área determinada, así como identificar el grado de heterogeneidad presente en el sistema boscoso. Esta heterogeneidad se evalúa a partir del número de individuos por tipo de vegetación y de la forma en que las especies se distribuyen espacialmente en el bosque. Asimismo, los datos obtenidos permiten inferir los patrones de presencia, dominancia y organización de las especies dentro del ecosistema. En este sentido, la composición florística cumple un rol fundamental, ya que facilita la comprensión de la funcionalidad de los bosques y contribuye a un monitoreo más eficiente de su biodiversidad, permitiendo además identificar posibles niveles de intervención antrópica o deficiencias en su protección y manejo.

1.2. Estudio de vegetación

"El estudio de la vegetación desempeña un papel fundamental dentro de las ciencias ecológicas, ya que permite comprender las dinámicas de los sistemas biológicos integrados, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que estos proveen". En este contexto, Sanmartín (2016) señala que "los análisis de vegetación son herramientas esenciales para evaluar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, lo que facilita la interpretación de sus procesos ecológicos y su estado de conservación".

En este sentido, Primack *et al.* (2001) "enfatizan la relevancia de los estudios de vegetación para comprender y evaluar el impacto del cambio climático en los patrones de distribución de las especies". De manera complementaria, investigaciones más recientes, como las de Zhang *et al.* (2021) y Olivera *et al.* (2020), destacan "el papel fundamental de la vegetación en la regulación del ciclo del carbono y en el mantenimiento del equilibrio hidrológico, evidenciando su importancia en la estabilidad y resiliencia de los sistemas ecológicos".

En los bosques secos también se encuentran especies de importancia ecológica y de conservación, como *Juglans neotropica*. Según Ramírez *et al.* (2025), "esta especie ha experimentado una disminución progresiva de sus poblaciones naturales debido a procesos de deforestación, fragmentación del hábitat, expansión de la frontera agrícola y aprovechamiento no sostenible de sus recursos", factores que han incrementado su vulnerabilidad y reducido su distribución en los ecosistemas donde se desarrolla.

1.3. Diversidad florística

"La diversidad florística se refiere a la variedad de especies de plantas que se encuentran en un área geográfica determinada y desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento y estabilidad de los ecosistemas" (Sierra *et al*., 1999). Según estudios realizados por Hooper *et al.* (2005) y Tilman *et al*. (1997), "la biodiversidad, incluida la florística, mejora la productividad de los ecosistemas y fortalece su capacidad para resistir perturbaciones". Estos autores destacan que la pérdida de diversidad florística puede disminuir la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios esenciales, como la regulación del ciclo del carbono y la purificación.

"La diversidad florística se encuentra estrechamente vinculada a los procesos evolutivos y biogeográficos que han determinado la diferenciación y adaptación de las especies a lo largo del tiempo". En este sentido, Cardinale *et al*. (2012) "señalan que los patrones de distribución, extinción y dispersión de las especies han sido factores determinantes en la configuración y dinámica de los ecosistemas boscosos actuales".

1.4. Índices de diversidad

"Los índices de diversidad son herramientas fundamentales para cuantificar y evaluar la variabilidad de especies en comunidades biológicas. Estas métricas permiten evaluar tanto la riqueza como la equidad de las especies dentro de un ecosistema" (Silva *et al*. 2003)

Entre los índices más frecuentes se encuentran el índice de Shannon, que incorpora tanto la riqueza como la equidad de las especies, y es ampliamente aceptado debido a su sensibilidad a los cambios en la composición de la comunidad. Por otro lado, el índice de Simpson destaca por su énfasis en las especies dominantes, lo que

lo hace adecuado para sistemas donde las especies más abundantes tienen un papel preponderante en las dinámicas ecológicas (Suatunce *et al.* 2009)

Aguirre *et al.* (2013) tienen una metodología propia para la determinación del índice de diversidad se establecieron 100 parcelas de muestreo de 20 x 20 m (0.04 ha cada una). Además, los autores mencionaron que cubrieron un total de 4 ha dentro del bosque seco en Imbabura; en cada parcela, se registraron todos los individuos leñosos con un diámetro a la altura del pecho (DAP, medido a 1,30 m) mayor o igual a 5 cm; llegando a la conclusión de que a diversidad de especies es media, representada por 58 especies dentro de 51 géneros y 29 familias, patrón de diversidad similar a los bosques del norte peruano y centro-sur del Ecuador. Para asegurar la representatividad del muestreo, se validó con la curva área-especie, lo que permitió determinar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para capturar la riqueza florística del sitio.

A partir de los datos obtenidos, se calcularon los principales índices de diversidad alfa:

- Índice de Shannon: Se utilizó para evaluar la diversidad total considerando tanto la riqueza (cantidad de especies) como la equidad (distribución de individuos entre especies).
- Índice de Simpson: Indicó la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes, enfatizando la dominancia en la comunidad.
- Equidad de Pielow**:** Midió cuán equitativamente se distribuyen los individuos entre las especies presentes (Aguirre *et al.* 2013).

Según Chimarro *et al.* (2023) 11(2) señalan que en Ecuador el objetivo de la investigación fue determinar la composición florística y estructura del bosque seco (BmMn01) y los usos probables de las especies de mayor abundancia en la comunidad "El Rosal". El área está ubicada en las coordenadas 0.60´24´´ de latitud norte y 78.14´75´´ de longitud oeste. Se determinó los estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos. Para el estrato arbóreo se establecieron cinco parcelas de 10 * 50 m, donde se registraron individuos ≥10 cm de DAP. En cada una de ellas se formaron tres subparcelas de 5 * 5 m para el estrato arbustivo y 3 subparcelas de 1 * 1 m para el herbáceo. Se determinaron los índices de Shannon, Pielow y el valor de uso de las especies. La composición florística está conformada por 19 familias, 37 géneros y 40 especies. Dos se catalogaron como especies arbóreas, 16 arbustivas y las restantes herbáceas. La estructura vertical del estrato arbóreo estuvo representada por *Bursera graveolens*; subarbóreo por *Vachellia macracantha,* el arbustivo por *Croton menthodorus* y el herbáceo se mostró uniforme. La especie más abundante fue *Croton menthodorus* y la dominante fue *Vachellia macracantha*. El índice de Shannon fue 3,08 que indica diversidad media, mientras Pielow con 0,84 revela un comportamiento de alta diversidad. El valor de uso en la comunidad muestra a *Bursera graveolens, Vachellia macracantha, Opuntia pubescens* y *Sida cordifolia* como especies de mayor representatividad.

1.5. Diversidad Alfa, Beta y Gamma

"La diversidad alfa se refiere a la riqueza y abundancia de especies presentes dentro de un hábitat o ecosistema específico, permitiendo evaluar la composición y estructura de la comunidad en un área determinada" (Silva *et al*. 2003). En contraste, "la diversidad beta cuantifica los cambios en la composición de especies entre diferentes

comunidades o hábitats, lo que refleja el grado de heterogeneidad espacial del paisaje" (Anderson et al., 2011). Por su parte, "la diversidad gamma representa la riqueza total de especies a escala regional, integrando la diversidad local (alfa) y las variaciones entre comunidades asociadas a la diversidad beta" (Lebrón, 2023).

La presente investigación se enmarca en el análisis de la diversidad alfa, dado que se centra en el estudio de un ecosistema específico: el bosque seco de la parroquia Pablo Arenas, en la provincia de Imbabura. En consecuencia, los resultados obtenidos corresponden exclusivamente a este contexto local, por lo que no pueden generalizarse a otros bosques secos sin considerar sus particularidades ecológicas y ambientales.

"En estudios de composición florística, estos índices son esenciales para comprender la distribución de especies, las interacciones ecológicas y los patrones de biodiversidad a escala local y regional" (Chao *et al*., 2014). En bosques secos, estas métricas que se refieren a las medidas cuantitativas utilizadas para evaluar la diversidad, estructura y composición "han permitido identificar gradientes de diversidad asociados a factores como el clima, la topografía y las perturbaciones humanas" (Pennington et al., 2009).

1.6. Bosque seco en Ecuador

"Los bosques secos tropicales en Ecuador forman parte del ecosistema de bosque seco tropical neotropical, que se distribuye principalmente en la costa y en los valles interandinos del país" (Murphy & Lugo, 1986). "Este ecosistema se caracteriza por su marcada estacionalidad climática, con una estación seca prolongada que limita la disponibilidad de agua, condicionando la composición florística y las estrategias de adaptación de las especies" (Pennington *et al.,* 2009). ¨En Ecuador, destacan los bosques secos de las provincias de Manabí, Guayas y Loja, que albergan una alta diversidad biótica,

incluyendo un número significativo de especies endémicas y amenazadas¨ (Aguirre *et al.*, 2006).

De acuerdo con Chimarro *et al*. (2023), en la provincia del Carchi, Parroquia La Concepción, sector El Rosal se han desarrollado investigaciones enfocadas en la composición florística, la estructura vertical y el valor de uso de los bosques secos, aportando información relevante para su comprensión y conservación. De igual manera, en la provincia de Imbabura se han generado estudios con resultados significativos que contribuyen al conocimiento ecológico de estos ecosistemas en el contexto regional.

1.7. Biodiversidad de bosques

"Los bosques tropicales, tanto húmedos como secos, constituyen uno de los principales reservorios de biodiversidad a escala global, al albergar aproximadamente el 40 % de las especies conocidas" (Gentry, 1995). En particular, "los bosques secos tropicales, a pesar de estar sometidos a condiciones climáticas más restrictivas, han desarrollado una notable riqueza de especies con adaptaciones morfológicas y fisiológicas específicas a la estacionalidad y la escasez hídrica" (Miles et al., 2006). "La elevada presencia de especies endémicas y especializadas confiere a estos ecosistemas un carácter singular, lo que los posiciona como áreas de alto valor ecológico y prioritarias para la conservación".

En los bosques secos interandinos, como los presentes en la cuenca media del río Mira, se registran especies con distribución restringida y alto grado de adaptación a las condiciones de aridez propias de estos ecosistemas. Entre ellas destacan *Croton elegans*, *Vachellia macracantha* esta última con una distribución más amplia, pero altamente

dominante y bien adaptada al bosque seco andino y *Bursera graveolens*, conocida comúnmente como palo santo, una especie característica de los bosques secos de la región.

1.8. Importancia ecológica del bosque seco

Gentry (1995) señala que “los bosques tropicales constituyen uno de los principales reservorios de biodiversidad del planeta, al albergar aproximadamente el 40 % de las especies conocidas”. Dentro de estos, los bosques secos tropicales destacan por su notable capacidad de adaptación. “A pesar de estar sometidos a prolongados periodos de sequía y condiciones ambientales restrictivas, han desarrollado una considerable riqueza de especies con adaptaciones morfológicas y fisiológicas especializadas que les permiten sobrevivir en ambientes estacionales y de alta variabilidad climática” (Miles et al., 2006). Esta singularidad ecológica los convierte en ecosistemas de alto valor biológico y prioritarios para su conservación.

1.9. Estructura del bosque seco

“La estructura está influenciada por factores climáticos, edáficos y antropogénicos, que determinan su organización en términos horizontales y verticales” (Pennington *et al.*, 2009).

1.10. Estructura horizontal

“La estructura horizontal de un bosque se refiere a la distribución espacial de los individuos dentro del ecosistema”. Janzen (1988) menciona que se mide mediante variables como la densidad, la cobertura y el índice de distribución espacial. Estudios en bosques secos han mostrado que la estructura horizontal puede estar altamente fragmentada debido a

actividades humanas, lo que afecta negativamente la conectividad y funcionalidad del ecosistema.

En un estudio realizado en un bosque seco tropical del norte de Perú, López et al. (2017) “registraron una densidad promedio de 432 individuos por hectárea, destacándose *Prosopis pallida* como la especie dominante, la cual concentró el 47 % del área basal total”. En contraste, Goicochea (2019), al evaluar un bosque seco de la provincia de Manabí, Ecuador, “reportaron una densidad inferior de 378 individuos por hectárea, donde *Bursera graveolens* presentó la mayor dominancia, representando el 35 % del área basal”. “Aunque ambos estudios coinciden en que las especies dominantes tienen un papel estructural clave, las diferencias en densidad y composición podrían atribuirse a variaciones en factores ambientales, como precipitación y suelo”. Además, señala la importancia de realizar análisis específicos por región para comprender la dinámica estructural y funcional de los bosques secos.

1.11. Estructura vertical

“En los bosques secos tropicales, la estructura vertical se caracteriza por la presencia de un dosel abierto y una estratificación menos compleja en comparación con los bosques húmedos tropicales” (Sánchez-Azofeifa *et al.,* 2005). “Esta configuración estructural está determinada principalmente por la limitada disponibilidad de agua, así como por la distribución de la luz y los nutrientes del suelo, factores que condicionan la distribución espacial, el crecimiento y el desarrollo de las especies vegetales”.

1.12. Frecuencia, abundancia, dominancia

Un análisis cuantitativo sobre la abundancia, frecuencia y dominancia en el bosque seco ha sido desarrollado por diversos autores, destacándose los trabajos de Vieira y Scariot (2006) y Pennington *et al.* (2009). Vieira y Scariot (2006) estudiaron la regeneración natural en bosques secos del Cerrado brasileño, identificando que las especies leñosas dominantes presentan altos valores de abundancia relativa, con *Astronium urundeuva* y *Tabebuia aurea* representando más del 30% de los individuos por hectárea, mientras que la frecuencia fue heterogénea debido a la distribución desigual de semillas y plántulas en la estación seca.

Por otro lado, Pennington *et al*. (2009) en su análisis de bosques secos neotropicales encontraron que la dominancia de especies está influenciada por factores edáficos y climáticos, observando que especies como *Bursera graveolens* y *Capparis scabrida* alcanzaron valores de importancia superiores al 40%, destacando su papel estructural dentro del ecosistema. Ambos estudios resaltan la necesidad de monitorear estas variables para comprender la dinámica y resiliencia del bosque seco frente a las perturbaciones antropogénicas y climáticas.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo de investigación según los siguientes criterios:

La investigación se desarrolló en el bosque seco de la parroquia Pablo Arenas, ubicada en el cantón Urcuquí, provincia de Imbabura, se llevó a cabo bajo un enfoque cualitativo - cualitativo, sustentado en la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con la diversidad y abundancia de las especies vegetales presentes en el área de estudio. El estudio fue de tipo aplicado, ya que tuvo como finalidad brindar información científica útil para la caracterización del bosque seco, considerado uno de los ecosistemas más frágiles y amenazados. Su alcance fue descriptivo, al centrarse en detallar y caracterizar las especies presentes y su distribución. El diseño de la investigación fue de tipo no experimental, debido a que no se realizó manipulación de variables, sino que se observó el fenómeno en su contexto natural. En relación con la temporalidad, el estudio fue de carácter transversal, ya que la recolección de datos se efectuó en un único período de tiempo, permitiendo describir el estado actual de la vegetación del bosque al momento del muestreo. Finalmente, se trató de una investigación de campo, puesto que la recopilación de la información se efectuó directamente en el área de estudio, mediante el establecimiento de parcelas de muestreo dentro del bosque seco de Pablo Arenas, lo que permitió registrar las especies y analizar su composición bajo condiciones naturales.

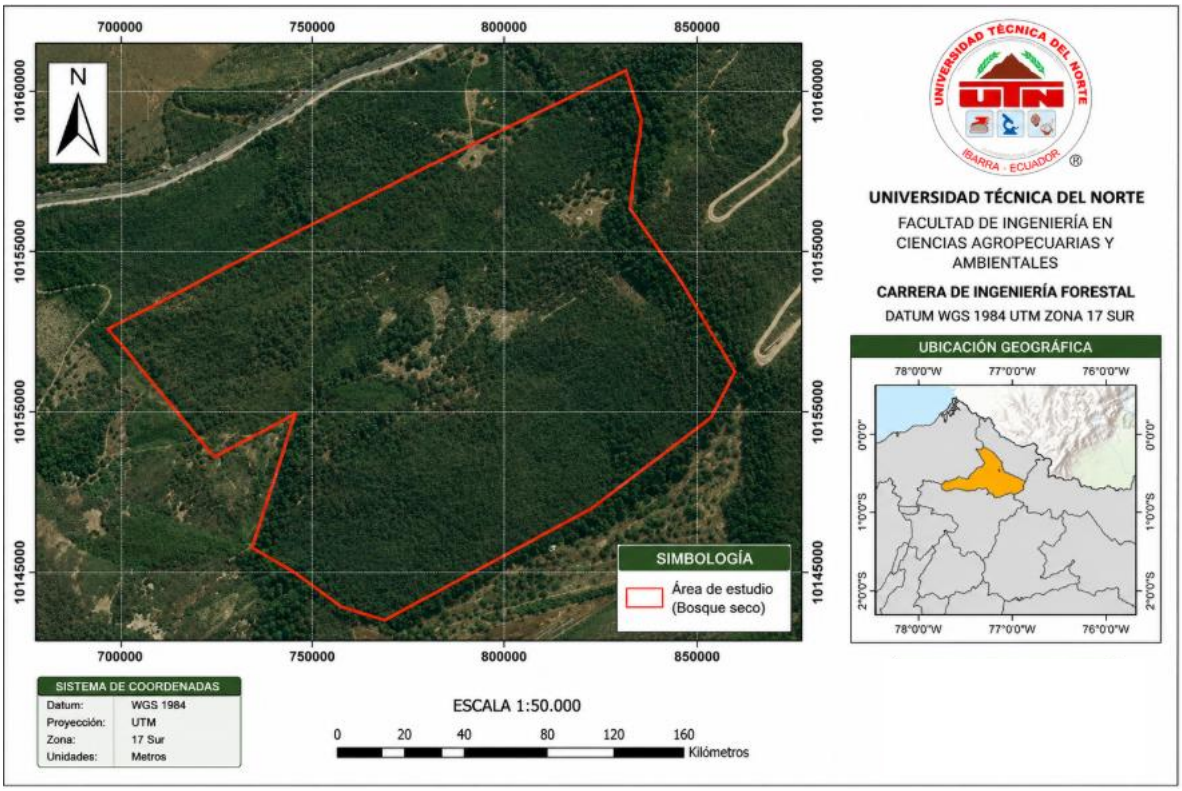
2.2. Ubicación del lugar

- Política: Parroquia, Cantón, Provincia

Parroquia de Pablo Arenas, Cantón Urcuquí, Provincia de Imbabura

- Geografía del sitio investigación:

Figura 1
Delimitación del área de estudio



- Límites

Los limites en el área de estudio en Pablo Arenas son: al norte con la parroquia Cahuasquí, al sur con Tumbabiro, al Este con Salinas que pertenece al Cantón Ibarra y al Oeste con las Parroquias Cahuasquí y San Blas.

2.3. Caracterización edafoclimática del lugar

- Suelo

De acuerdo con el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Pablo Arenas [GADPA] (2019), en la parroquia Pablo Arenas predominan los suelos de tipo Mollisol e Inceptisol. Los Mollisoles, característicos de regiones semiáridas a semihúmedas y asociados principalmente a vegetación de pastizales o de baja altura, se localizan principalmente en la zona norte de la parroquia. Por su parte, los Inceptisoles presentan un mayor grado de desarrollo edáfico en comparación con los Entisoles; sin embargo, carecen de una acumulación significativa de arcillas, óxidos de hierro y aluminio, así como de materia orgánica. Este tipo de suelos es común en los valles interandinos o callejones.

- Clima

El clima de la parroquia Pablo Arenas es variable y está determinado por diversos factores ambientales y geográficos. Según lo señalado por Gaona *et al*. (2013), esta variabilidad climática depende de elementos como el tipo de clima, la localización y altitud de las montañas, la cobertura vegetal, los períodos estacionales del año e incluso la infraestructura presente en la zona. En términos generales, la parroquia presenta una precipitación promedio anual de aproximadamente 700 mm y un rango de temperatura que oscila entre 7,0 °C y 19,0 °C. Asimismo, se identifican distintos tipos de clima, entre los que destacan el ecuatorial mesotérmico seco, el ecuatorial de alta montaña y el

ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, lo que refleja la heterogeneidad climática del área de estudio.

2.4. Materiales, equipos y software

Tabla 1

Materiales, equipos y software a emplear en la investigación.

Materiales decampo	Materiales de laboratorio	Equipos	Software
Cartón	Herbario UTN	Computadora	ArcGis PRO
Piola		Cámara fotográfica	Excel
Papel periódico		Navegador GPS	Word
Láminas dúplex		Tijera podadora	Past
Cinta adhesiva			Power Point
Cinta métrica			

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos.

2.5.1. Universo-población.

El área total del sitio de estudio comprende una extensión aproximada de 300 hectáreas; sin embargo, la investigación se desarrolló en un área específica de 10,19 hectáreas, ubicada en el sector de Pablo Arenas, provincia de Imbabura, Ecuador.

2.5.2. Tamaño de la muestra.

Con base en la metodología propuesta por Chimarro *et al*. (2023), se aplicó un muestreo del 10 % del área de estudio, equivalente a una superficie total de una hectárea. Para ello, se establecieron 10 parcelas distribuidas de manera aleatoria, organizadas bajo un diseño de parcelas anidadas y orientadas en sentido este–oeste.

Para el sito de investigación se asumió que 1000m^2 es su área representativa con base en la metodología de Chimarro *et al.* (2023), el cual plantea que "se puede realizar la selección de la muestra, dependiendo de la forma, homogeneidad y distribución del bosque".

Para la determinación de la intensidad de muestreo; se trabajó con la fórmula propuesta por Orozco y Brumer (2002), que se tuvo en cuenta el área total de los sitios cada parcela es de 1000 m2 y el área efectiva de muestreo es de una hectárea.

$$i = \frac{n * a}{A}$$

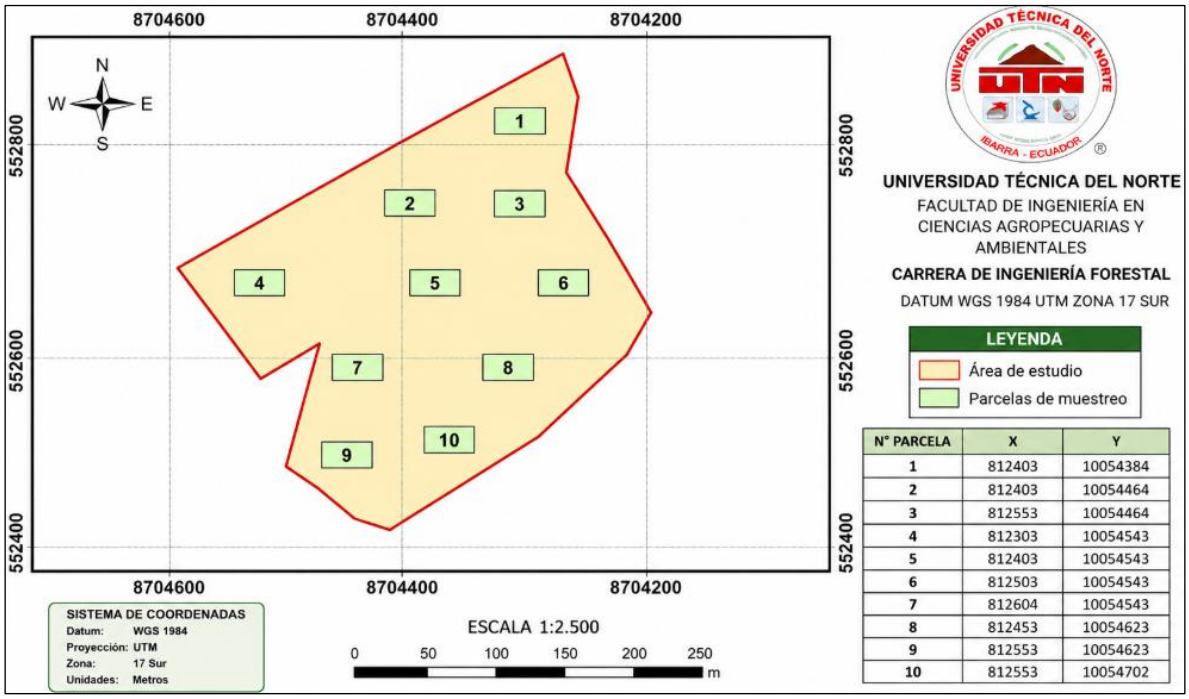
Donde:

- i= intensidad de muestreo
- n= número de parcelas
- a= área de las parcelas
- A= área total de muestreo

2.5.3. Muestreo:

Las parcelas se sitúan a 50 metros de los bordes del bosque. Se evaluó el componente arbóreo en 10 parcelas de 20 x 50 m (1000 m²). Dentro de cada sitio se establecieron tres subparcelas de 5 x 5 m (25 m²) para analizar el componente arbustivo y tres subparcelas de 1 x 1 (1 m²) para el componente herbáceo.

Figura 2
Selección de las parcelas al azar.

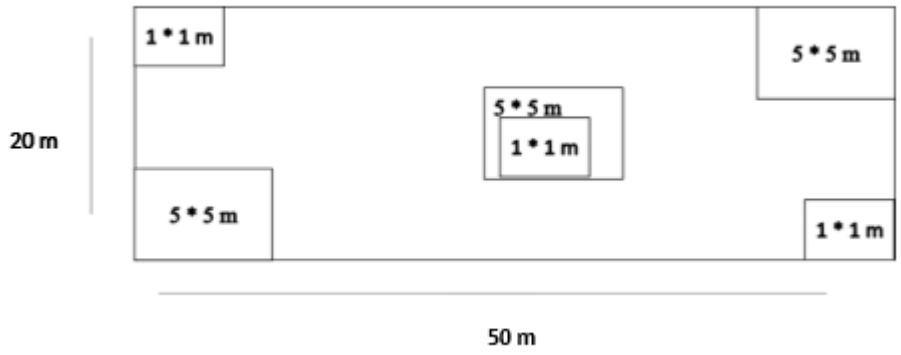


N° PARCELA	X	Y
1	812403	10054384
2	812403	10054464
3	812553	10054464
4	812303	10054543
5	812403	10054543
6	812503	10054543
7	812604	10054543
8	812453	10054623
9	812553	10054623
10	812553	10054702

2.5.4. Instalación de las parcelas de campo

El establecimiento de parcelas tuvo como finalidad dividir el terreno en unidades de igual tamaño y seleccionar de manera aleatoria muestras representativas de cada una, con el fin de evaluar la diversidad y abundancia de la vegetación en el área de estudio, que comprende las zonas legales y la parroquia Pablo Arenas. En cada parcela se realizaron observaciones sistemáticas, las cuales incluyeron la identificación de las especies presentes, la cuantificación de su abundancia y la evaluación de otros factores ecológicos relevantes.

Figura 3
Diseño de parcelas y subparcelas tomado y modificado de Chimarro (2023).



2.5.5. Explicar el trabajo a desarrollar en gabinete y campo.

Para realizar el muestreo en el sitio de estudio, se empleó tecnología GPS para registrar las coordenadas precisas de cada parcela, utilizando el software ArcGIS Pro para la estratificación y selección de parcelas representativas. El área total de estudio abarco 10,19 hectáreas, en donde se establecieron diez parcelas de 20 x 50 m, además de delimitarse 6 subparcelas. Para el inventario florístico, las parcelas se colocaron a una distancia mínima de 50 m de los límites del bosque para evitar el efecto de borde.

Adaptando la metodología propuesta por Aguirre *et al.* (2021), se establecieron parcelas de 20 × 50 m con el objetivo de evaluar la composición florística del área de estudio. Dentro de cada parcela se delimitaron tres subparcelas de 5 × 5 m destinadas al análisis del componente arbustivo y tres subparcelas de 1 × 1 m para la evaluación del componente herbáceo.

Entre las variables dasométricas evaluadas en campo se incluyó la medición de la altura total de todos los individuos registrados. Asimismo, en los individuos arbóreos con un diámetro superior a 10 cm se midió la circunferencia a la altura del pecho (CAP), a 1,30 m

del nivel del suelo, utilizando una cinta métrica. Para la recolección botánica, se obtuvieron muestras fértiles de cada especie en duplicado, las cuales fueron colocadas en fundas de papel con el fin de reducir el riesgo de deterioro durante su traslado al laboratorio. Cabe señalar que, para la categoría arbórea, únicamente se registraron individuos con una altura superior a 1,30 m; los especímenes de menor porte fueron considerados dentro del componente herbáceo.

Cada espécimen fue clasificado según su familia y género de crecimiento (árbol, arbusto, hierba, suculenta). Posteriormente, las muestras fueron depositadas en el Herbario de la Universidad Técnica del Norte, el secado de las muestras se llevó a cabo en un horno específico para material botánico, con un tiempo estimado de cuatro horas; las muestras fueron montadas y se realizara una identificación mediante la comparación con las muestras de la colección del Herbario UTN y con Herbarios digitales.

Por otro lado, se utilizó el software Past que permitió determinar el índice de Shannon y el índice de Simpson.

2.6. Variables de estudio.

- Altura total de cada individuo, fue tomada con hipsómetro, con precisión del 80% y a una distancia prudente que sea visible del individuo a medir, para cada una de las especies.
- Diámetro a altura del pecho DAP, fue tomada en el fuste de cada árbol a 1,30m de la altura del suelo con el empleo de una cinta métrica.

$$DAP = \left(\frac{CAP}{\Pi}\right)/100$$

Tabla 2
Matriz para la toma de datos en campo del componente arbóreo inspirado en Chimarro (2023)

Numero de parcela		**Fecha:**			
Altitud (m,s,n,m):		Coordenadas:			
Breve descripción del área					
Código	Nombre común	CAP (cm)	DAP (dm)	Altura (m)	Observaciones

Análisis estructural

Estructura horizontal: Se determino lo estipulado por Melo y Vargas (2003) que indican que "la frecuencia con la que se encuentra una especie en el área; la abundancia que esta presentó en cada parcela; para el caso de la dominancia se aplicó al componente arbóreo, representada del cálculo del área basal", cuya ecuación es la siguiente:

$$AB = \pi * \left(\frac{DAP}{2}\right)^2$$

Donde:

- AB= área basal (m^2)
- DAP= Diámetro a la Altura del Pecho (m^2)

Tabla 3.
Variables de estructura horizontal.

VARIABLE	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
Abundancia relativa	$Ar = \frac{ni}{N} x100$	Ar= Abundancia relativa ni= número de individuos de la especie

		N= número total de individuos
Frecuencia absoluta	$F = \frac{ji}{K}$	F= frecuencia absoluta ji= unidades en las que está presente la especie k= Número total de unidades de muestreo
Frecuencia relativa	$Fr = \frac{fi}{\sum f} x100$	Fr= Frecuencia relativa fi= Frecuencia absoluta por especie ∑f= Total de frecuencias de todas las especies
Dominancia absoluta	$Dm = \frac{gi}{A}$	D= Dominancia absoluta gi= área basal de cada especie A= total del área muestreada
Dominancia relativa	$Dmr = \frac{Dai}{\sum Dai} x100$	Dmr= Dominancia relativa Dai= Dominancia absoluta por especie ∑ Dai= Dominancia de todas las especies
índice de Valor de Importancia (IVI)	$IVI = Ar + Dmr + Fr$	IVI= índice de valor de importancia Ar= Abundancia relativa Dmr= Dominancia relativa Fr= Frecuencia relativa

Nota. Información tomada de (Aguirre *et al.,* 2021)

La Estructura Vertical:

Se la estableció conforme a lo propuesto por Rangel y Lozano (1986) y "se adaptó a este ecosistema de bosque seco. Esta adaptación metodológica responde a las condiciones del área intervenida, esto se debe a que el componente arbóreo en proporción reducida supera los 5 m de altura".

Tabla 4.
Comparación de categorías de estratos.

Categoría propuesta por Aguirre	**Categorías adaptadas**
< 0,3 -1,5m herbáceo	< 0,3 – 1,5 m herbáceo
1,5- 5m arbustivo	1,5 – 3 m arbustivo
> 12 m arbóreo	> 5 m arbóreo

Nota. Comparación de estratos según Aguirre (2021) vs modificación ecosistema bosque seco Chimarro *et al. (*2023).

Índices de diversidad

"El estudio se lo realizó en un ecosistema de bosque seco, en tres sitios conociendo esto el índice de diversidad que debemos utilizar el índice de diversidad gamma (γ-diversidad) es la riqueza total de especies de un paisaje".

Índice de Shannon

Con el fin de conocer la diversidad de especies en área de a estudio se empleó la ecuación planteada por Shannon (1949), que viene expresada.

$$H = \Sigma_i^S = 1(P_i)(log\, nP_i)$$

Donde:

- H = Índice de la diversidad de la especie
- S = Número de especie
- Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i
- Ln = Logaritmo natural

Tabla 5

Rangos de diversidad para el índice de Shannon

Valores	**Significancia**
< a 1,5	Diversidad baja
1,6 – 3,5	Diversidad media
> 3,5	Diversidad alta

Nota. Información tomada de (Chimarro *et al.* 2023).

Índice de Simpson (Aguirre, 2006)

- $\boldsymbol{D = \sum_{i=1}^{s} \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)}}$
- D= Índice de diversidad de Simpson
- n= Número de individuos de la especie particular
- N = Número total de individuos

Rangos de diversidad para el índice de Simpson

- 0 – 0,33 Diversidad baja
- 0,34 – 0,66 Diversidad media
- >0,67 Diversidad alta

2.7 Procedimiento y análisis de datos.

Los datos recopilados en campo fueron organizados en una base de datos en Microsoft Excel con el propósito de realizar un análisis detallado de la estructura y composición florística del bosque. A partir de esta información se calcularon la frecuencia, que describe la distribución de las especies dentro del área de estudio; la abundancia, que representa el número relativo de individuos por especie; y la dominancia, que expresa el grado de cobertura o área basal ocupada por cada especie en el bosque. Adicionalmente, se estimó el Índice de Valor de Importancia (IVI), un indicador integral que combina la frecuencia, abundancia y dominancia, lo que permitió evaluar la relevancia ecológica y jerarquizar las especies según su importancia dentro del ecosistema.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la composición florística, estructura e índices de diversidad del bosque seco en Pablo Arenas, Imbabura-Ecuador.

Resultados de la composición florística

En el bosque seco de la comunidad Pablo Arenas se registraron un total de 12 especies, entre arbóreas y arbustivas, cuyos resultados se presentan en la Tabla 6. Del inventario general, *Vachellia macracantha* fue la especie más representativa, concentrando el 48,55 % de los individuos registrados. Le siguen *Caesalpinia spinosa* y *Croton elegans*, con una participación del 16,63 % y 11,03 %, respectivamente. Por otro lado, *Annona cherimola* y especies del género *Piper* spp. presentaron la menor abundancia, con únicamente dos individuos registrados en toda el área muestreada, lo que corresponde aproximadamente al 0,33 % del total cada una.

Tabla 6.

Porcentaje de distribución de las especies vegetales en el Bosque Seco de Pablo Arenas

Nombre científico	Número de individuos	Porcentaje
Vachellia macracantha	286	48,55
Caesalpinia spinosa	98	16,63
Croton elegans	65	11,03
Inga striata	53	8,99
Tecoma stans	40	6,79
Sida cordifolia	19	3,22
Opuntia pubescens	14	2,37
Psidium guajava L.	4	0,67

Bursera graveolens	3	0,50
Persea americana	3	0,50
Annona cherimola	2	0,33
Piper L.	2	0,33

Nota 1: La baja riqueza de especies registrada podría estar influenciada por la época en que se realizó el levantamiento de información, correspondiente al periodo seco. Durante esta temporada, varias especies del bosque seco presentan pérdida de follaje y menor desarrollo de estructuras vegetativas y reproductivas, lo que puede dificultar su detección e identificación en campo.

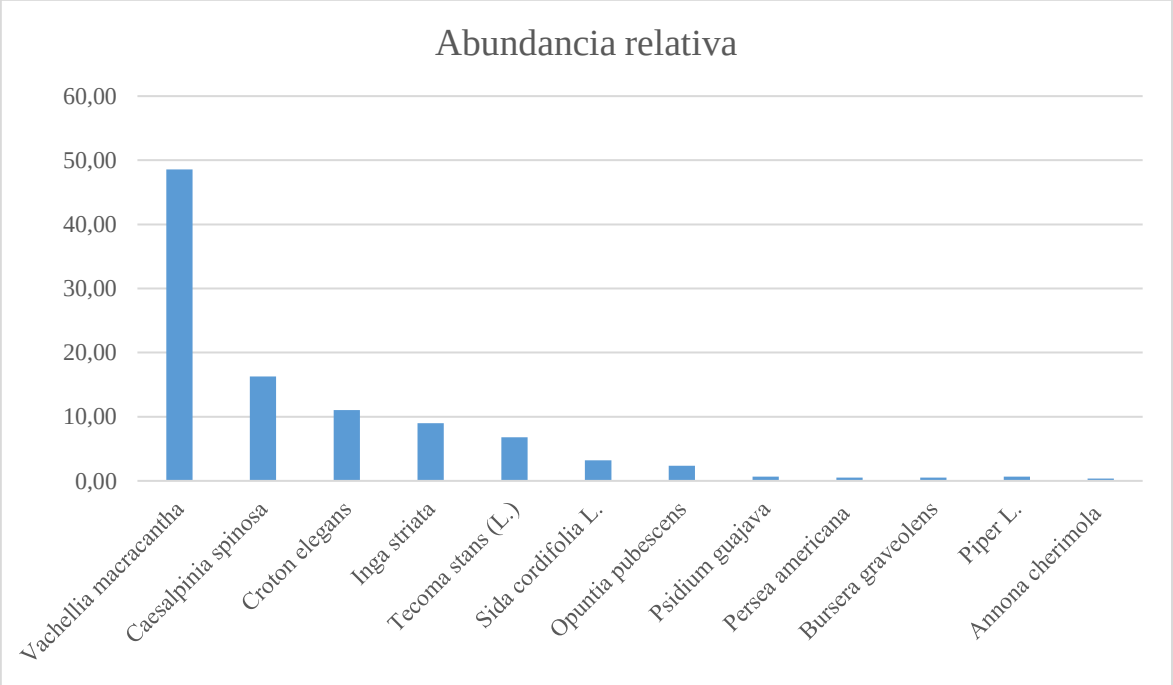
3.1 Estructura Horizontal

3.1.1. Abundancia relativa

La abundancia registrada en el bosque seco de Pablo Arenas (Figura 4) evidencia que *Vachellia macracantha* es la especie con mayor número de individuos en el área de estudio, mientras que *Annona cherimola* y *Piper L.* presentan las menores abundancias. Este patrón puede atribuirse a que *Vachellia macracantha* pertenece a la familia Fabaceae, la cual se caracteriza por su alta capacidad de adaptación a condiciones ambientales adversas, lo que le permite tolerar la escasez de precipitaciones y los elevados niveles de radiación solar propios de los bosques secos.

Figura 4.

Abundancia relativa de las principales especies del bosque seco en Pablo Arenas



La predominancia de *Vachellia macracantha* sugiere que esta especie posee una mayor capacidad de adaptación a las condiciones del bosque seco, especialmente frente a la escasez hídrica, la alta radiación solar y los procesos de intervención humana como el pastoreo, la tala y la apertura de senderos. Estas características le permiten establecerse y regenerarse con mayor facilidad en ambientes alterados, favoreciendo su dominancia dentro del ecosistema. En contraste, la baja abundancia de especies como *Annona cherimola* y *Piper L.* podría indicar una menor tolerancia a las condiciones de degradación o mayores requerimientos ecológicos para su desarrollo.

Asimismo, la distribución de abundancias observada refleja un ecosistema con señales de perturbación, ya que en bosques sometidos a presión antrópica es común que pocas especies resistentes dominen la estructura vegetal, mientras que especies menos tolerantes

disminuyen progresivamente. Esto puede generar cambios en la composición florística y afectar la dinámica ecológica del bosque seco, reduciendo su diversidad y capacidad de regeneración natural.

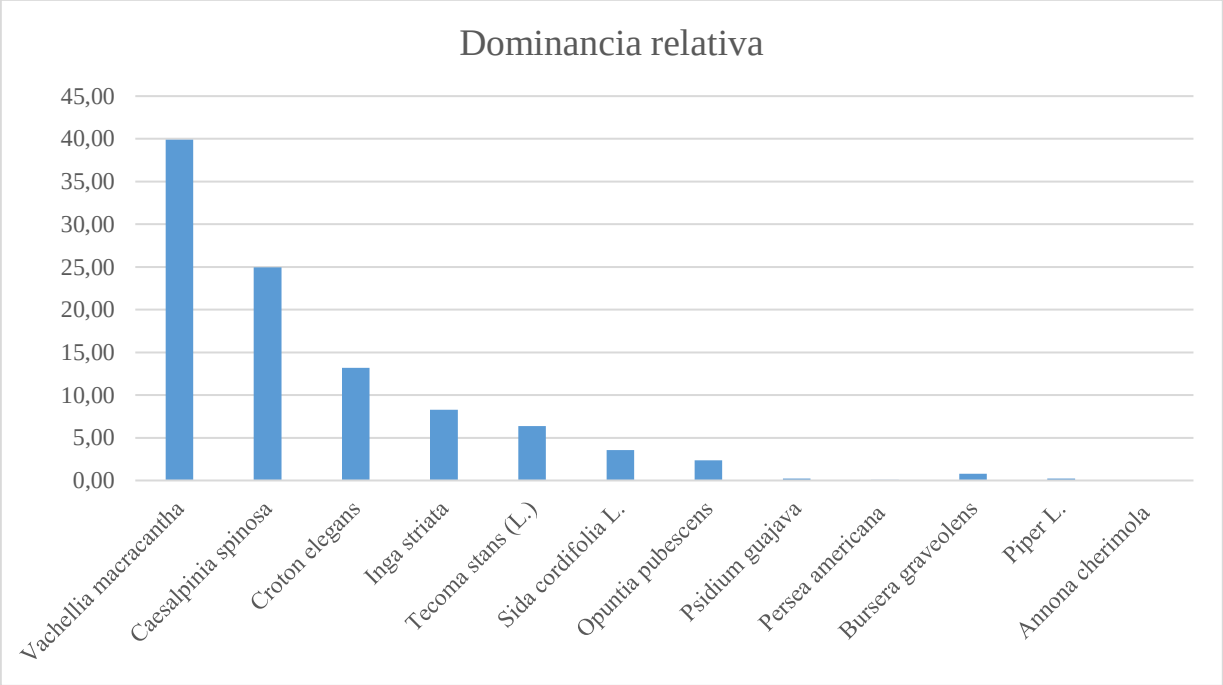
Los resultados obtenidos coinciden con Chimarro *et al*. (2023), quienes señalan que *Vachellia macracantha* actúa como una especie pionera en bosques secos de Imbabura, especialmente en áreas con antecedentes de disturbio antropogénico. De igual manera, Quispe (2010) menciona que esta especie cumple un papel estructural importante en los bosques secos del Ecuador debido a su capacidad de protección del suelo y facilitación del establecimiento de otras especies vegetales.

3.1.2. Dominancia relativa

En relación con la dominancia relativa, en el bosque seco de Pablo Arenas *Vachellia macracantha* presenta el mayor valor dentro de la estructura horizontal, alcanzando casi el 40%; le siguen *Caesalpinia spinosa*, *Croton elegans*, *Inga striata*. y *Tecoma stans*, con valores inferiores pero representativos dentro de la comunidad vegetal. Por el contrario, *Annona cherimola* registra la menor dominancia relativa, con menos del 5 %, lo que evidencia su escasa contribución estructural dentro del ecosistema (Figura 5).

Figura 5.

Dominancia relativa de las principales especies del bosque seco en Pablo Arenas



En el bosque seco de Pablo Arenas, la especie *Vachellia macracantha* muestra una dominancia frente a otras especies, al concentrar cerca del 50 % del área basal total, lo que evidencia su papel clave en la configuración del ecosistema. Le siguen *Caesalpinia spinosa*, *Croton elegans* e *Inga striata*, especies que conforman el grupo dominante característico de los bosques secos. Los resultados de la presente investigación concuerdan con los investigadores Marroquín (2016) que mencionan que pocas especies concentran gran parte de la biomasa. A la vez, Aguirre et al (2021) hacen referencia a la marcada presencia de *Vachellia macracantha* concuerda con estudios previos realizados en Mangahurco y Zapotillo, donde esta especie ha sido reportada como dominante por su alta tolerancia a la sequía y su capacidad de fijar nitrógeno. Asimismo, Goicochea (2019), señala que la presencia de *Croton elegans* y *Caesalpinia spinosa* sugiere que el área presenta procesos de

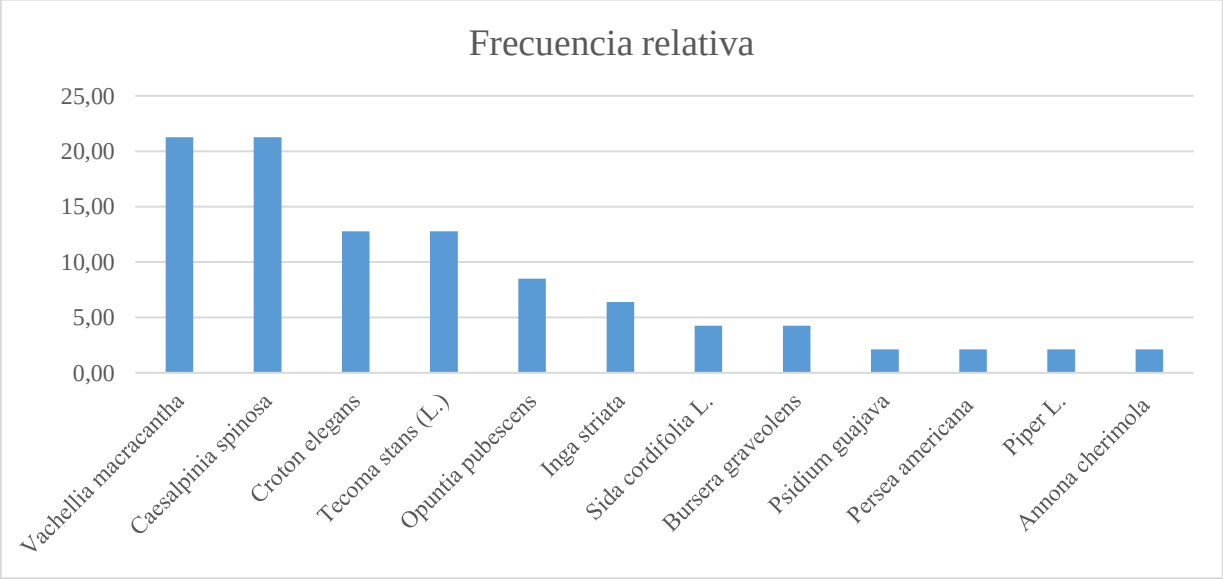
regeneración secundaria asociados a perturbaciones previas, patrón común en ecosistemas secos del suroccidente ecuatoriano.

3.1.3. Frecuencia relativa

La frecuencia relativa de las especies registradas en el bosque seco de Pablo Arenas (Figura 6) mostró una distribución heterogénea de los individuos dentro de la comunidad vegetal. Las especies *Vachellia macracantha y Caesalpinia spinosa* presentaron los mayores valores de frecuencia relativa, con aproximadamente el 21 % cada una, evidenciando su predominancia y mayor representatividad en el área de estudio. En un segundo nivel de importancia se encontraron *Croton elegans y Tecoma stans*, con valores cercanos al 13 %, lo que indica una presencia significativa dentro de la estructura florística del bosque. Por otra parte, *Psidium L., Persea americana, Bursera graveolens, Piper L. y Annona cherimola* presentaron los porcentajes más bajos, inferiores al 5 %, reflejando una menor representatividad en la comunidad vegetal.

Figura 6.

Frecuencia relativa de las principales especies en el bosque seco de Pablo Arenas.



La alta frecuencia relativa registrada para *Vachellia macracantha* en el bosque seco de Pablo Arenas coincide con los patrones descritos en otros bosques secos de Latinoamérica, donde especies pertenecientes a la familia Fabaceae suelen presentar una amplia distribución espacial. Esto se debe principalmente a su alta tolerancia a condiciones de sequía y a su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, lo que les otorga ventajas ecológicas en ambientes con limitaciones hídricas (Aguirre et al., 2021). De manera similar, en el bosque seco El Hualango, esta especie fue registrada en todas las parcelas evaluadas, alcanzando una frecuencia relativa del 13,79 %, lo que evidencia su papel recurrente como componente estructural dominante dentro de estos ecosistemas (Goicochea, 2019). Asimismo, la elevada frecuencia observada en *Caesalpinia spinosa* y *Croton elegans* coincide con lo reportado por Acosta et al. (2006) en bosques secos de Honduras, donde especies de estos géneros presentaron una presencia constante en la mayoría de las parcelas analizadas. En conjunto, estos resultados respaldan la idea de que los bosques secos se caracterizan por comunidades vegetales cuya composición está fuertemente condicionada por la capacidad de las especies para tolerar condiciones de sequía prolongada.

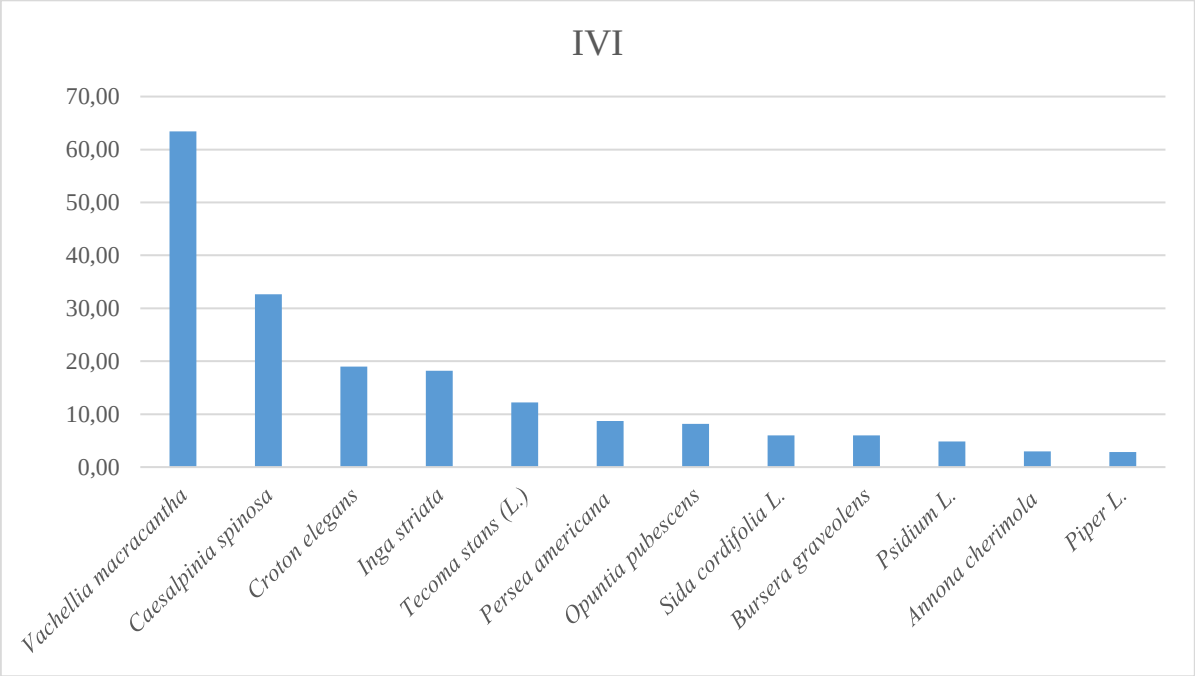
3.1.4. Cálculo del Índice de valor de importancia

En el bosque seco de Pablo Arenas (Figura 7), *Vachellia macracantha* presenta el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI), con más del 60 %, lo que evidencia su papel dominante dentro de la comunidad vegetal. Por el contrario, *Annona cherimola* registra el menor IVI, reflejando su escasa representatividad dentro del ecosistema. Estos resultados indican que la estructura del bosque seco de Pablo Arenas se encuentra fuertemente influenciada por un reducido número de especies dominantes, particularmente *Vachellia*

macracantha, que concentra gran parte de la composición, abundancia y dominancia del sistema.

Figura 7.

Índice de valor de importancia en el bosque seco de Pablo Arenas.



La estructura del bosque seco de Pablo Arenas refleja una tendencia de especialización florística típica de los valles interandinos del norte de Ecuador. La alta representatividad de especies como *Croton elegans* y *Vachellia macracantha* en los resultados del IVI concuerda con lo expuesto por Aguirre et al. (2001), quienes sostienen que, en los bosques secos, la familia Fabaceae (como *Vachellia*) y Euphorbiaceae (como *Croton*) dominan el paisaje debido a su tolerancia a suelos degradados y estrés hídrico. Esta concentración de la importancia ecológica en pocas especies es un fenómeno documentado por Lebrón (2023), quien afirma que, a diferencia de los bosques húmedos, el bosque seco tiende a una baja diversidad alfa, pero con una biomasa concentrada en taxones altamente resilientes.

Finalmente, la importancia de *Vachellia macracantha* como soporte del sistema es validada por Escribano-Avila et al. (2017), quienes destacan que, en los bosques deciduos del Ecuador, estas leguminosas son "ingenieras de ecosistemas" (mantienen hábitats) que dictan la dinámica de nutrientes, haciendo que su alto valor de importancia sea el principal motor de estabilidad del suelo frente a la desertificación.

3.2 Estructura vertical

3.2.1 Índice de Shannon

El índice de diversidad de Shannon obtenido en el presente estudio fue de 1.61, valor que, de acuerdo con los rangos interpretativos propuestos por Aguirre *et al*. (2013), corresponde a un nivel de diversidad media. Este resultado sugiere que el bosque seco de Pablo Arenas presenta una estructura florística moderadamente equilibrada, en la cual coexisten varias especies, aunque con una marcada dominancia de algunas de ellas. Este nivel de diversidad puede estar relacionado con factores ecológicos característicos de los bosques secos, tales como la disponibilidad limitada de nutrientes en el suelo, la variabilidad climática y la marcada estacionalidad de las precipitaciones, condiciones que influyen en la distribución, abundancia y adaptación de las especies vegetales.

El resultado obtenido (1.61), se asemeja a lo reportado por Chimarro *et al* (2023) en los bosques secos de El Rosal, donde se registró un valor de 3.14, también clasificado como diversidad media, pero con una mayor riqueza de especies atribuida a mejores condiciones de conservación y a una estructura más desarrollada en el ecosistema. Al ser datos similares se le puede atribuir a la cercanía entre sitios, precipitación y altitud. Asimismo, la diversidad registrada en este estudio difiere de lo reportado por Aguirre *et al.* (2006), quienes señalan una baja diversidad de especies en su área de análisis, esta variación puede explicarse por las

diferencias en las condiciones ecológicas, ya que el presente estudio se desarrolló en una zona de transición, lo cual, como se ha señalado en diversos estudios de bosques secos, puede favorecer una mayor heterogeneidad de especies y estratos. Por ejemplo, en remanentes de bosque seco tropical se ha observado que la mayor disponibilidad de niches y microhábitats está asociada con valores más altos de diversidad (Ferreira *et al.*, 2016).

3.2.2 Índice de Simpson

En el bosque seco de Pablo Arenas, el índice de Simpson obtenido fue de 0.70, valor que indica una diversidad media–alta. Este resultado sugiere la presencia de una comunidad vegetal compuesta por varias especies con abundancias relativamente equilibradas; sin embargo, también refleja cierto grado de dominancia ecológica de *Vachellia macracantha*, especie que aporta una proporción considerable de individuos a la composición florística y que influye significativamente en el patrón de diversidad observado. Valores similares han sido reportados en otros bosques secos tropicales de Ecuador y la región tumbesina, donde la diversidad tiende a ser moderada debido a la marcada estacionalidad climática y a la dominancia de especies altamente adaptadas a la sequía (Aguirre *et a*l., 2006; Miles *et al*., 2006). En estos ecosistemas, la estructura vegetal suele estar condicionada por especies de la familia Fabaceae, cuya capacidad de tolerancia al estrés hídrico y adaptación a suelos con baja disponibilidad de nutrientes favorece su predominio y modula los índices de diversidad.

El valor obtenido para el índice de Simpson en el bosque seco de Pablo Arenas (0.70) indica un nivel de diversidad relativamente alto, lo que se alinea con las tendencias registradas en otros bosques secos tropicales. Este resultado sugiere que el sitio mantiene una estructura vegetal relativamente conservada, caracterizada por la coexistencia de varias especies adaptadas a las condiciones ambientales del ecosistema. Valores similares han sido

reportados en otros ecosistemas secos de la región. Por ejemplo, en los bosques secos del valle del río Marañón, en Perú, se registraron valores cercanos a 0.70, lo que refleja una diversidad elevada influenciada por condiciones climáticas extremas y procesos de regeneración sucesional propios de estos ecosistemas (Rodríguez & Linares-Palomino, 2019). De manera concordante, en bosques secos tropicales de Nicaragua se reportaron valores aproximados de 0.80, atribuidos a la heterogeneidad estructural del bosque y a los efectos históricos de disturbios antrópicos (Molina *et al*., 2016). Asimismo, estudios realizados en bosques secos del Caribe colombiano han registrado valores cercanos a 0.88, clasificándolos como ecosistemas con alta diversidad, dominados por especies tolerantes a la sequía y a procesos de degradación ambiental.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La composición florística del bosque seco de Pablo Arenas, Imbabura–Ecuador, evidencia una comunidad vegetal estructurada por un número reducido de especies dominantes, destacándose principalmente *Vachellia macracantha*, acompañada por especies como *Caesalpinia spinosa*, *Croton elegans* e *Inga striata*. Este patrón es característico de los ecosistemas de bosque seco, donde un grupo limitado de especies concentra gran parte del área basal, reflejando la presencia de especies asociadas a condiciones ambientales restrictivas, como la escasez hídrica y la estacionalidad climática características de este tipo de ecosistemas.

Los valores obtenidos en los índices de diversidad evidencian que el bosque seco de Pablo Arenas presenta una diversidad de nivel medio a medio–alto. El índice de Shannon indica una heterogeneidad moderada en la composición de especies, lo que sugiere la coexistencia de varios taxones con abundancias relativamente diferenciadas. Por su parte, el índice de Simpson refleja la presencia de una dominancia ecológica marcada por determinadas especies, lo que denota una comunidad estructuralmente organizada, aunque con cierto grado de simplificación en su composición. El ecosistema presenta atributos estructurales acordes con la dinámica ecológica de ecosistemas, cuya configuración está influenciada por factores ambientales propios del entorno. La interacción entre las condiciones climáticas y las adaptaciones de la vegetación determina la organización de las comunidades vegetales, contribuyendo al mantenimiento de los procesos ecológicos característicos de este tipo de ecosistemas.

La estructura vertical del bosque seco de Pablo Arenas se caracteriza por el predominio del estrato medio, seguido de una menor representación de los estratos bajo y alto, lo cual indica procesos de regeneración secundaria, común en ecosistemas secos sometidos a presiones ambientales y antrópicas.

Recomendaciones

El establecimiento de programas de monitoreo permanente de la composición florística y de los índices de diversidad permitirá evaluar los cambios temporales en la estructura y dinámica del bosque seco de Pablo Arenas, facilitando la detección oportuna de procesos de degradación o recuperación y contribuyendo a una gestión más efectiva del ecosistema.

Impulso de estrategias de conservación y manejo sostenible orientadas a las especies estructuralmente dominantes, especialmente *Vachellia macracantha*, debido a su papel ecológico en la conformación del dosel, su contribución a la estabilidad del suelo y su potencial para procesos de restauración en áreas degradadas. No obstante, también es fundamental considerar la protección de especies menos representativas, como *Bursera graveolens*, cuya baja abundancia podría comprometer su regeneración natural y permanencia en el ecosistema. La implementación de acciones integrales debe contemplar tanto la conservación de las especies dominantes como el fortalecimiento poblacional de aquellas con menor presencia, garantizando así el equilibrio y la resiliencia del bosque seco.

Existe la necesidad de involucrar a la comunidad local en procesos de educación ambiental y manejo participativo del bosque seco, fomentando prácticas de uso sostenible que contribuyan a la conservación a largo plazo de este ecosistema estratégico.

Referencias Bibliográficas

Acosta, V. H., Araujo, P. A., & Iturre, M. C. (2006). Caracteres estructurales de las masas. Serie didáctica Sociología Vegetal y Fitogeografía Forestal, No. 22, pp. 9-11. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructuralesACOSTA.pdf

Aguirre Mendoza, Z., Aponte Córdova, C., y Quizhpe Coronel, W. Q. (2021). Bosque seco de la parroquia Mangahurco, Zapotillo, Loja, estudio de su composición florística, estructura y endemismo. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(5), 7162-7182. c

Aguirre, Z., Betancourt, Y., & Geada, G. (2013). Composición florística y estructura de los bosques secos de la Provincia de Loja, Ecuador. Arnaldoa, 20(1), 117–128. https://journal.upao.edu.pe/index.php/Arnaldoa/article/view/140/136

Aguirre, Z., Cueva, E., Merino, B., Quizhpe, W., & Valverde, A. (2001). Evaluación ecológica rápida de la vegetación en los bosques secos de La Ceiba y Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. Biodiversidad en los bosques secos del sur-occidente de la provincia de Loja. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque seco, Quito. Ecuador, 15-35.

Aguirre, Z., Kvist, L. P., & Sánchez, O. (2006). *Bosques secos en Ecuador y su diversidad*. En M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (Eds.), *Botánica económica de los Andes Centrales* (pp. 162–187). Universidad Mayor de San Andrés.

Aguirre, Z., Kvist, L. P., & Sánchez, O. (2006). **Bosques secos en Ecuador y su diversidad**. En M. Moraes, B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (Eds.), *Botánica económica de los Andes Centrales* (pp. 162–187). Universidad Mayor de San Andrés.

Anderson, M. J., Crist, T. O., Chase, J. M., Vellend, M., Inouye, B. D., Freestone, A. L., ... & Swenson, N. G. (2011). Navigating the multiple meanings of beta diversity: A roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters, 14*(1), 19-28.

Arcos Unigarro, C. R., Ramírez López, J. L., Rosales Enríquez, O. A., & Eraso Terán, Ó. H. (2025). Análisis de los incendios forestales: Áreas impactadas en Imbabura (2013–2022). Causas, consecuencias y estrategias de mitigación. Universidad Técnica del Norte.

Cardinale, BJ, Duffy, JE, Gonzalez, A., et al. (2012). Pérdida de biodiversidad y su impacto en la humanidad. *Nature, 486* (7401), 59–67.

Chao, A., Chiu, C.-H., & Hsieh, T. C. (2014). Proposing a resolution to debates on diversity partitioning. *Ecology*, *95*(3), 617-628.

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.

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), Article e651. https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/651/1103

Escribano-Ávila, G., Lara-Romero, C., Rojas, E., Traveset, A., Valladares, F., & Escudero, A. (2017). Ecosystem engineers in dry forests: The role of leguminous trees in nutrient dynamics and ecosystem stability. Journal of Arid Environments, 145, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.06.005

Ferreira-Júnior, J. I., Silva, R. D. S., Almeida, J. D., & Freitas, M. B. (2016). Floristic Composition, Structure, and Diversity of a Fragmented Forest Remnant in the Ecuadorian Chocó: The Case

of ‘La Montaña enclave’. Researcher Links, 14(1), 11317. https://doi.org/10.18435/rl-v14i1.11317

Gaona, G., Quentin, E., & Labus, J. (2013). *Homogeneidad y variabilidad espacial de series meteorológicas del área del proyecto “Ciudad del Conocimiento - Yachay”*. Avances, 5(2), C22–C34.

Gentry, A. H. (1995). *Diversity and floristic composition of neotropical dry forests*. In Bullock et al. (Eds.), Seasonally Dry Tropical Forests.

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Pablo Arenas. (2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2019–2023*. GAD Pablo Arenas. https://gadpabloarenas.gob.ec/wp-content/uploads/2025/03/2019-2023-1.pdf

Goicochea, L. (2019). Caracterización florística y estructural de las plantas leñosas del bosque seco El Hualango, caserío Huacra en Sitacocha, Cajabamba. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. https://doi.org/K10/G65-T

Hernández-Cruz, Marina Jossabeth, Koch-Olt, Stephen Douglas, Pulido-Salas, María Teresa Patricia, Luna-Cavazos, Mario, & García-Villanueva, Eduardo. (2016). Estudio florístico del cerro Metecatl, del complejo montañoso Tetzcutzingo, Texcoco, Estado de México, México. Botanical Sciences, 94(2), 377- 392. https://doi.org/10.17129/botsci.240

Hooper, DU, Chapin, FS, Ewel, JJ, et al. (2005). Efectos de la biodiversidad en el funcionamiento de los ecosistemas: un consenso sobre el conocimiento actual. *Ecological Monographs, 75* (1), 3–35.

Janzen, D. H. (1988). Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystem. In Wilson, E. O. (Ed.), *Biodiversity*.

Lebrón, B. Guerrero, A. (2023). Diversidad y composición florística del bosque seco y semideciduo de la Reserva Forestal Guanito, provincia San Juan, República Dominicana Acta Botánica Mexicana, (130), 1–20. https://doi.org/10.21829/abm130.2023.2093

Linares-Palomino, R., Huamantupa-Chuquimaco, I., Padrón, E., La Torre-Cuadros, M. A., Roncal-Rabanal, M., Choquecota, N., ... & Marcelo-Peña, J. L. (2022). Los bosques estacionalmente secos del Perú: un re-análisis de sus patrones de diversidad y relaciones florísticas. Revista Peruana de biología, 29(4), e21613. http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v29i4.21613

López, R., Sánchez, J., & Morales, P. (2017). Estructura y composición florística de un bosque seco tropical en el norte de Perú. *Revista de Ciencias Ambientales*, 14(2), 45-57. https://doi.org/xxxxx

Marroquín-Castillo, J. J. (2016). Composición florística y diversidad de un bosque seco tropical en el occidente de El Salvador. Revista Mexicana de Biodiversidad, 87(3), 724–735. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.07.004

Melo Cruz, O. A., & Vargas-Ríos, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, Colombia. [Tesis de Ingeniería, Universidad del Tolima] https://www.scribd.com/document/11436235/Evaluacion-Ecologica-ySilvicultural-de-Ecosistemas-BoscososAguir

Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V., & Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, *33*(3), 491–505. https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x

Molina Moreira, N., Valencia Chacón, N., Lavayen Tamayo, J., Valverde, P., (2016). Composición Florística y Nuevos Registros para la Reserva Ecológica Arenillas, El Oro Ecuador. Investigation (Guayaquil - En LíNea), 8, 111-132. https://doi.org/10.31095/investigatio.2016.8.7

Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics, 17*, 67-88.

Olivera, C., Yuseika, Azevedo, Maiara Mendes de, Arias-Avilés, Laura Livia, Pinheiro Machado Filho, Luiz Carlos, y Pozo-Rodriguez, Pedro Pablo del. (2020). Caracterización de la composición florística del pastizal en el núcleo bovino en una finca de Florianópolis - SC, Brasil. Pastos y Forrajes, 43(3), 229-234. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-

Orozco, L., & Brümér, C. (Eds.). (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central* (Serie técnica. Manual técnico No. 50). CATIE.

Pennington, R. T., Lavin, M., & Oliveira-Filho, A. (2009). Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: Perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 40*, 437-457. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120327

Pennington, R. T., Lavin, M., & Oliveira-Filho, A. (2009). Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: Perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 40*(1), 437-457.

Primack, R., Rozzi, R., Massardo, F., y Feinsinger, P. (2001). Destrucción y degradación del hábitat. Fundamentos de Conservación Biológica Perspectivas Latinoamericanas. México DF: Fondo de Cultura Económica, 183-221. https://www.academia.edu/download/56694413/Cap_VI_Destruccion_degradacion_Habitat-Primack_et_al.pdf

Quispe Villafuerte, W. (2010). Estructura horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionario en la región Madre de Dios.

Ramírez-López, J.-L., Añazco, M., Vallejos, H., Arcos, C., & Estrada, K. (2025). Assessment of three provenances of Juglans neotropica Diels to identify optimal seed sources in the northern Ecuadorian Andes. International Journal of Plant Biology, 16(3), 87. https://doi.org/10.3390/ijpb16030087

Rangel, J. O., & Lozano, G. (1986). Métodos para el análisis de la vegetación en estudios ecológicos. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Rodríguez, A., Estefanía, M., Vargas Gallegos, E. J., & Cue García, J. L. (2026). Análisis comparativo de la composición florística y estructura del bosque seco comunidades La Loma y La Victoria, Ecuador.

Rodríguez, E., & Linares-Palomino, R. (2019). Diversidad florística y estructura de los bosques secos del valle del río Marañón (Perú). Revista Peruana de Biología, 26(2), 155–168. https://doi.org/10.15381/rpb.v26i2.16374

Sánchez-Azofeifa, G. A., Quesada, M., Rodriguez, J. P., et al. (2005). Research priorities for neotropical dry forests. *Biotropica*, *37*(4), 477-485.

Sanmartín Sierra, D., Angarita Hernández, D., y Mercado Gómez, J. (2016). Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia). Ciencia en Desarrollo, 7(2), 43-56. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-74882016000200004&lng=en&tlng=es.

Shannon, C. E. (1949). Communication theory of secrecy systems. *Bell System Technical Journal*, *28*(4), 656–715. https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1949.tb00928.x

Sierra, R. (Ed.). (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Quito, Ecuador: Proyecto INEFAN/GEF–BIRF y EcoCiencia.

Silva, G., Nippes, H., Macedo, J., Marques, P., Encinas, J. y Fiedler, N. (21-28 de septiembre de 2003). Composicion Florística y Fitosociológica de la Estacion Experimental Bananal del norte, Brasil [Ponencia]. XII Congreso Forestal Mundial (B - Forests for the Planet: B2 - Environmental functions), Quebec, Canadá. https://www.fao.org/4/XII/0548-B2.htm

Suatunce, J., Véliz, A.,y Cunuhay, D. (2009). Composición Florística y Estructura del Remanente de Bosque de Galería de la Corporación Agrícola San Juan, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Ecuador. Revista Tecnológica ESPOL – RTE, 22(1), 45-50. https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/89/52.

Tilman, D., Reich, PB, Knops, JM (1997). Biodiversidad y estabilidad del ecosistema en un experimento de pastizales de una década de duración. *Nature*, *417* (6884), 85–88.

Vieira, D. L. M., & Scariot, A. (2006). Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology*, *14*(1), 11-20. https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2006.00100.x

Zhang, H., Chen, F. y Li, W. (2021). Vegetación y secuestro de carbono: una perspectiva global. *Environmental Research*, *197* (1), 11

Anexos



