

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL DEL
BOSQUE MONTANO DEL DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA – CAJAMARCA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

DEYVIS ROOY DELGADO GUEVARA

ASESOR:

ING. M. Sc. LUIS DÁVILA ESTELA


CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
DEYVIS ROOY DELGADO GUEVARA
DNI: N° 73948054
Escuela Profesional/Unidad UNC:
DE INGENIERÍA FORESTAL
2. Asesor:
Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL DEL BOSQUE MONTANO DEL DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA – CAJAMARCA
6. Fecha de evaluación: 30/09/2025
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **16 %**
9. Código Documento: oid:::3117:506062012
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 02/10/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela DNI: 26584487

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, al primer día del mes de setiembre del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 319-2025-FCA-UNC, de fecha 16 de junio del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL DEL BOSQUE MONTANO DEL DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA - CAJAMARCA**", realizada por el Bachiller **DEYVIS ROOY DELGADO GUEVARA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las diez horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las once horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Blgo. M. Sc. Gustavo Iberico Vela
PRESIDENTE

Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos
SECRETARIO

Ing. Oscar Rogelio Saenz Narro
VOCAL

Ing. Mg. Sc. Luis Dávila Estela
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres Homero y María Ofelia, por ser el pilar de mi vida, por su amor incondicional, esfuerzo y enseñanzas que me han guiado en cada paso de este camino.

A mis hermanos Jeiner, Kely y Lesly Dayana, por su compañía, su apoyo y por compartir conmigo los momentos que han dado forma a esta etapa.

Y a mi enamorada Guadalupe, por su paciencia, comprensión, apoyo emocional y mi impulso para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela por brindarme su apoyo incondicional, por sus consejos, su paciencia, su optimismo, y en especial por estar siempre presto a escucharme y a compartir su conocimiento.

A mis amigos y compañeros de estudio: Jeison Cubas y Jander Esquen quienes fueron los que me acompañaron y ayudaron durante la fase de campo.

A las autoridades de las comunidades de La Palma, La Unión, San Juan, Quillumito y Vista hermosa.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Diversidad florística	9
2.2.2. Análisis estructura del bosque	14
2.2.3. Composición florística.....	19
2.2.4. Bosques montanos tropicales	19
2.2.5. Muestreo para el estudio de los bosques	20
2.3. Definición de términos	23
2.3.1. Composición florística.....	23

2.3.2.	Gradiente altitudinal	23
2.3.3.	Diversidad florística	23
2.3.4.	Índices de diversidad	24
2.3.5.	Especie dominante.....	24
2.3.6.	Flora.....	24
2.3.7.	Vegetación.....	24
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1.	Ubicación y características del área de estudio	25
3.1.1.	Ubicación.....	25
3.1.2.	Accesibilidad	25
3.1.3.	Clima	27
3.1.4.	Zonas de vida.....	27
3.1.5.	Hidrografía	28
3.1.6.	Tipo de suelo	29
3.1.7.	Fisiografía.....	29
3.1.8.	Pendientes.....	29
3.1.9.	Precipitación.....	30
3.1.10.	Cobertura y uso mayor de la tierra	31
3.1.11.	Ecorregiones	31
3.1.12.	Actividades socioeconómicas.....	31
3.2.	Materiales	31
3.3.	Metodología	32
3.3.1.	Variables.....	32

3.3.2. Unidad de análisis y muestra.....	32
3.3.3. Técnicas de recopilación, procesamiento y análisis de datos.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Diversidad florística del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín.....	39
4.1.1. Índices de diversidad alfa(α)	39
4.1.2. Índices de diversidad beta (β).....	49
4.1.3. Coeficiente de mezcla.....	50
4.1.4. Curva de acumulación de especies (área – especie).....	51
4.2. Estructura del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín. 53	
4.2.1. Estructura horizontal	53
4.2.2. Estructura vertical.....	70
4.3. Composición florística del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín.....	80
4.3.1. Familia y número de especies.....	80
4.3.2. Especie y número de individuos.....	82
V. CONCLUSIONES	88
VI. RECOMENDACIONES.....	90
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	91
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de cada parcela	33
Tabla 2. Estratificación de la altura total	37
Tabla 3. Índices de diversidad alfa del Bosque Montano de Chadín.....	39
Tabla 4. Comparación de la diversidad florística del bosque montano de una gradiente altitudinal del distrito de Chadín con los bosques montanos de Cajamarca	48
Tabla 5. Coeficiente de similitud de Jaccard del Bosque Montano de Chadín.....	49
Tabla 6. Información de datos básicos para crear la curva especies – área	51
Tabla 7. Comparación de la composición florística del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín con bosques montanos de Cajamarca.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....	26
Figura 2. Zonas de vida del área de estudio.....	28
Figura 3. Tipos de suelo del área de estudio	30
Figura 4. Distribución de las parcelas en el área de estudio	34
Figura 5. Delimitación de la parcela de 1000 m 2	35

Figura 6. Codificación de individuos.....	35
Figura 7. Medición del CAP de un individuo.....	36
Figura 8. Colecta de muestras botánicas.....	36
Figura 9. Riqueza específica del Bosque Montano del distrito de Chadín	40
Figura 10. Valores del índice de Margalef del Bosque Montano del distrito de Chadín.....	41
Figura 11. Índice de dominancia y diversidad de Simpson del Bosque Montano del distrito de Chadín	42
Figura 12. Dominancia de Simpson del Bosque Montano del distrito de Chadín.....	43
Figura 13. Diversidad de Simpson del Bosque Montano del distrito de Chadín.....	44
Figura 14. Índice de Shannon-Wiener del Bosque Montano del distrito de Chadín	45
Figura 15. Índice de Shannon-Wiener del Bosque Montano del distrito de Chadín	46
Figura 16. Dendrograma de similitud de los estratos del Bosque Montano de Chadín.....	50
Figura 17. Curva de acumulación de especies o curva de muestreo de extrapolación y rarefacción basada en el tamaño de la muestra	52
Figura 18. Cobertura de muestreo.....	52
Figura 19. Distribución diamétrica de individuos de <i>Meliosma meridensis</i>	54

Figura 20. Distribución diamétrica de individuos de <i>Critoniopsis sp.</i>	56
Figura 21. Distribución diamétrica de individuos de <i>Escallonia pendula</i>	57
Figura 22. Distribución diamétrica de individuos de <i>Axinaea sp.</i>	58
Figura 23. Distribución diamétrica de individuos de <i>Polylepis multijuga</i>	59
Figura 24. Distribución diamétrica de individuos de <i>Escallonia pendula Pers.</i>	61
Figura 25. Distribución de clases diamétricas del Bosque Montano en una gradiente altitudinal del distrito Chadín.....	62
Figura 26. Abundancia relativa del Bosque Montano de Chadín.....	64
Figura 27. Frecuencia relativa del Bosque Montano de Chadín.....	66
Figura 28. Dominancia relativa del Bosque Montano de Chadín.....	67
Figura 29. Índice de valor de importancia del Bosque Montano de Chadín	68
Figura 30. Distribución de alturas del estrato zona baja.....	70
Figura 31. Distribución de alturas del estrato zona media.....	71
Figura 32. Distribución de alturas del estrato zona alta.....	72
Figura 33. Posición sociológica del estrato zona baja	74
Figura 34. Posición sociológica del estrato zona media	75
Figura 35. Posición sociológica del estrato zona alta	76

Figura 36. Variable estructural (número de clases diamétricas) de estratos de la gradiente ..	78
Figura 37. Variable estructural (altura total) de estratos de la gradiente	79
Figura 38. Variable estructural (altura dominante) de estratos de la gradiente	80
Figura 39. Familia y número de especies de la gradiente	82
Figura 40. Especie y número de individuos del estrato zona baja	83
Figura 41. Especie y número de individuos del estrato zona media	84
Figura 42. Especie y número de individuos del estrato zona alta	85
Figura 43. Especie y número de individuos de la gradiente	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Lista de especies del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín	102
Anexo 2 Datos dasométricos registrados en las parcelas del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín	104
Anexo 3 Vista panorámica del bosque montano	107
Anexo 4 Reducción del bosque, por cambio de uso de suelo para ganadería	107
Anexo 5 Autorización Municipalidad Distrital de Chadín	108
Anexo 6 Autorización de la investigación por SERFOR	109

RESUMEN

La investigación se realizó en una gradiente altitudinal de 2500 a 3300 m (con orientación de norte a sur) en los relictos del bosque montano del distrito de Chadín, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, con el objetivo principal de caracterizar la diversidad y estructura, mediante el establecimiento de 16 parcelas de 50 x 20 m, en las cuales se inventariaron a los individuos leñosos mayores o iguales a 5 cm de DAP. Se registraron 1 660 individuos, distribuidos en 63 especies, 49 géneros y 36 familias; las familias que presentaron más especies fueron: Melastomataceae, Lauraceae, Araliaceae, Cunoniaceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Solanaceae; La diversidad florística alfa los índices de Shannon–Wiener 3.44, Simpson 0.96 y Margalef 6.53, indicando una alta diversidad, la diversidad beta con el índice de Jaccard que oscilan entre 35 y 58 %, indicando que las comunidades tienen una baja a moderada similitud. La estructura horizontal según las clases diamétricas para la gradiente altitudinal mostró una forma de función exponencial decreciente tipo “J invertida”, mientras que a nivel de especies la función exponencial es variada, *Meliosma meridensis* Lasser (distribución bimodal), *Escallonia pendula* Pers. (distribución bimodal), *Polylepis multijuga* Pilg. (distribución bimodal); las especies con mayor posición sociológica relativa son: *Axinaea nitida*, *Polylepis multijuga*, *Escallonia pendula* y *Miconia centrophora*.

Palabras clave: Bosque montano, composición florística, diversidad florística, estructura, gradiente altitudinal, índice de valor de importancia, posición sociológica.

ABSTRACT

The research was carried out along an altitudinal gradient of 2500 to 3300 m (north to south orientation) in the remnants of the montane forest of the Chadín district, Chota province, Cajamarca department, with the main objective of characterizing the diversity and structure, through the establishment of 16 plots of 50 x 20 m, in which woody individuals greater than or equal to 5 cm DAP were inventoried. 1,660 individuals were recorded, distributed in 63 species, 49 genera and 36 families; the families that presented more species were: Melastomataceae, Lauraceae, Araliaceae, Cunoniaceae, Myrtaceae, Rubiaceae and Solanaceae; The alpha floristic diversity indexes were Shannon–Wiener 3.44, Simpson 0.96 and Margalef 6.53, indicating high diversity, while the beta diversity index was Jaccard 35–58%, indicating low to moderate similarity between communities. The horizontal structure of the elevational gradient according to diameter classes showed an inverted “J” type decreasing exponential function, while at the species level the exponential function varied: *Meliosma meridensis* Lasser (bimodal distribution), *Escallonia pendula* Pers. (bimodal distribution), *Polylepis multijuga* Pilg. (bimodal distribution); the species with the highest relative sociological position were *Axinaea nitida*, *Polylepis multijuga*, *Escallonia pendula* and *Miconia centrophora*.

Keywords: Montane forest, floristic composition, floristic diversity, structure, altitudinal gradient, importance value index, sociological position.

I. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones de estructura y composición florística de los bosques montanos nos permiten establecer deducciones importantes acerca del origen, las características ecológicas, la dinámica y las tendencias del posible desarrollo de las comunidades forestales, lo que, a su vez, es fundamental para comprender los diferentes aspectos ecológicos, incluyendo el manejo exitoso de los bosques. Estas características permiten relacionar la dinámica que han experimentado los bosques y el que tendrían, a futuro, si están siendo manejados sosteniblemente (Araujo et al., 2005).

La investigación, tiene vital importancia, debido a que los resultados servirán como base para establecer programas, proyectos, planes de manejo, políticas de restauración o recuperación en las áreas boscosas disturbadas en la gradiente, por las actividades humanas o por factores naturales. Asimismo, generará la información de base válida para otros y futuros trabajos de investigación relacionada.

1.1. Descripción del problema

Los bosques montanos son ecosistemas muy frágiles que albergan una diversidad biológica caracterizada por su alto grado de rareza y singularidad. Estos ecosistemas únicos se encuentran totalmente amenazados en toda su distribución. Su alto nivel de vulnerabilidad frente a los cambios globales por ello se requiere acciones urgentes para promover su conservación, no solo por su enorme riqueza biológica, sino también porque juegan un papel fundamental en el mantenimiento y abastecimiento de agua dulce (Cuesta et al., 2009).

Los bosques montanos del distrito de Chadín están siendo fuertemente amenazados por los factores antrópicos como: la expansión agrícola, la ganadería y la tala, donde los pobladores extraen las especies como: “romerillo”, “ishpingo amarillo” y “conchana blanca” ya que estas especies tienen un alto valor maderable, dejando como consecuencia la desaparición de algunas especies y termina con la pérdida de hábitats y alteración de la belleza paisajística (Vargas Cubas, 2013).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la diversidad y estructura del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín, Chota – Cajamarca?

1.3. Justificación

Los bosques montanos de la cuenca del río Llaucano, y que actualmente como otros bosques en similar condición, han sufrido una paulatina pérdida de cobertura debido a la intervención humana convirtiéndose en fragmentos boscosos (Vargas Cubas, 2013). Ante esta situación, se vuelve urgente estudiar la diversidad y estructura de una gradiente altitudinal amplia de un bosque montano, por ello es necesario conocer las características que nos presenta los diferentes ecosistemas de las principales cuencas de la región andina de Cajamarca, en especial del bosque montano del distrito de Chadín, por ser un ecosistema que muestra potencialidades maderables y paisajísticas.

El propósito de la investigación es conocer la diversidad florística y estructura del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín; debido a que hay vacíos y hace falta estudiar toda la gradiente altitudinal, generando una información base la que

servirá para el establecimiento de programas, planes de manejo y políticas de restauración de los ecosistemas alto andinos; así mismo, para motivar la realización de otros proyectos de investigación (investigadores y estudiantes).

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo general*

Caracterizar la diversidad y estructura del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín, Chota - Cajamarca.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la diversidad florística del bosque montano del distrito de Chadín
- Analizar la estructura del bosque montano del distrito de Chadín
- Determinar la composición florística del bosque montano del distrito de Chadín

1.5. Hipótesis

El bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín, Chota – Cajamarca presenta una diversidad florística alta, en promedio el 55 % de individuos se concentran en la primera clase diamétrica, y 5 especies presentan mayor índice de valor de importancia (*Ocotea sp.* 24.7, *Clethra sp.* 23.71, *Hedyosmun scabrum* 22.68, *Brunellia weberbaueri* 8.12 y *Gordonia fruticosa* con 7.31) y se encuentran un total de 42 especies, 41 géneros y 33 familias.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Aguirre Mendoza et al. (2018) investigaron la estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, Cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador, para determinar la diversidad florística y estructural. Se instalaron parcelas temporales de 400 m² donde se inventariaron a los individuos con el DAP ≥ 5 cm. Se registraron 46 especies de 35 géneros y 20 familias. El mayor número de individuos por clases diamétricas se concentró en las clases I, II y III respectivamente que demuestra una estructura en forma de función exponencial decreciente “J invertida”, típico de bosques en recuperación. Las familias más diversas fueron: Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Euphorbiaceae y las especies ecológicamente más importantes son: *Alchornea glandulosa*, *Calypttranthes* sp. y *Nectandra lineatifolia*.

Pardo et al. (2020) realizaron un estudio sobre la composición florística del bosque amazónico en el sector Alto Madera, Bolivia. Para ello, se instalaron cinco parcelas de 1 hectárea cada una, en las cuales se evaluaron todos los individuos con DAP ≥ 10 cm. En total, se registraron 2 398 árboles, con densidad de 480 árboles por hectárea. La estructura presentó una distribución en forma de función exponencial decreciente, conocida como “J invertida”, caracterizada por una mayor cantidad de individuos en las clases de menor tamaño, y una disminución progresiva en el número de individuos conforme aumenta el tamaño.

Cortés et al. (2020) investigaron la composición y estructura del bosque andino en Potrero Grande, Chipaque, Colombia. Se establecieron tres parcelas (dos de 0.1 ha y una de 0.05 ha), donde se identificaron 523 individuos pertenecientes a 69 especies, 36 géneros y 25

familias. Los índices de diversidad revelaron tres comunidades vegetales distintas, caracterizadas por baja dominancia y alta diversidad. La distribución de individuos por clases diamétricas y de altura mostró una tendencia asimétrica positiva, indicando una regeneración activa del bosque.

Cango et al. (2021) realizaron un estudio en el bosque Huashapamba, ubicado en Loja, Ecuador, con el objetivo de determinar la composición, estructura y grado de endemismo del componente leñoso. Para ello, se instaló una parcela permanente de 1 ha, dividida en 25 subparcelas de 400 m². Se identificaron 54 especies, distribuidas en 39 géneros y 27 familias. El índice de Shannon indicó una diversidad media (3.10), mientras que el área basal fue de 30.24 m²/ha y el volumen alcanzó los 215.86 m³/ha. La distribución diamétrica presentó una curva de tipo “J invertida”, típica de bosques en proceso de recuperación.

Añazco et al. (2021) investigaron la diversidad y composición florística en el bosque montano de San Carlos, Bongará, Amazonas; para ello establecieron una parcela permanente de 1 ha en una altitud de 2158 m, inventariando a las especies arbóreas \geq a 10 cm de DAP; obteniendo como resultado el registro de 395 individuos distribuidos en 22 familias, 27 géneros y 29 especies. El cociente de mezcla fue de 0.07, el valor alfa de Fisher fue de 7.21 indicando que se estudió a un bosque de menor diversidad en comparación a otras parcelas permanentes establecidas en bosques montanos del Perú.

Pérez y Linares (2021) estudiaron los patrones florísticos de plantas leñosas en los bosques montanos del Parque Nacional río Abiseo, Perú, mediante el establecimiento de 14 parcelas de 0.1 ha. Se identificaron 96 especies, agrupadas en 48 géneros y 33 familias. La distribución de abundancia por clases diamétricas mostró una curva de tipo “J invertida”,

indicativa de procesos de regeneración activos. Los resultados florísticos revelan que la composición y estructura de estos bosques son consistentes con otros ecosistemas similares en el país.

Romero Chuquilín (2019) caracterizó la diversidad, composición florística y estructura de los relictos boscosos de Ramírez y El Mirador, en el distrito de Chugur, Hualgayoc. Para ello, estableció 15 parcelas de 500 m², registrando todos los individuos con DAP \geq 5 cm. Se contabilizaron 1,484 individuos, pertenecientes a 64 especies, 43 géneros y 28 familias. Los índices de diversidad alfa reflejaron una alta diversidad florística (Margalef: 8.63; Simpson: 0.91), mientras que el índice de Shannon-Wiener (3.03) indicó una diversidad media.

Serrano Arribasplata (2019) estudió la composición y diversidad florística en el Bosque Montano El Cedro, San Silvestre De Cochán, San Miguel, Cajamarca, donde estableció 8 parcelas de 0.1 ha, registrándose a los individuos \geq 2.5 cm de DAP. Se identificaron 913 individuos, pertenecientes a 27 especies, 24 géneros y 20 familias, asimismo las familias más abundantes son: Myrtaceae, Aquifoliaceae, Asteraceae, Primulaceae y Solanaceae. Además, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, tuvo valores entre 1.41 y 2.64 indicando una diversidad media. Mientras que para el índice de diversidad de Simpson los valores oscilan entre 0.64 y 0.86 definiendo una diversidad media a alta, estos resultados obtenidos nos indican que este ecosistema estudiado es muy diverso en su composición florística.

Delgado Benavides (2020) en el Bosque de Protección Pagaibamba, Querocoto, Chota, determinó la diversidad y estructura arbórea de la familia Lauraceae. Se instalaron 6

parcelas de 0.1 ha y se evaluaron los individuos con $DAP \geq 5$ cm, registrándose 25 familias de especies forestales, Lauraceae fue la segunda familia más diversa con cinco especies de los géneros *Ocotea* y *Persea* la tercera familia más abundante con 108 individuos. Además, el índice de valor de importancia de la familia Lauraceae fue 15.40% siendo el género *Ocotea* con mayor peso ecológico (11.84% IVI).

Burga et al. (2020) estudiaron los relictos Los Lanches del Bosque Montano Las Palmas, en Chota, con el objetivo de caracterizar su composición florística, diversidad y endemismo. Se establecieron 7 parcelas de 0.1 ha, donde se identificaron 908 individuos, correspondientes a 30 especies, 27 géneros y 23 familias. El coeficiente de mezcla fue de 0.033, lo que indica un promedio de 30 individuos por especie. La distribución horizontal mostró una curva de tipo “J invertida”, con *Weinmannia elliptica* y *Hedysomum scabrum* destacando por sus altos valores de importancia. La diversidad alfa fue alta según el índice de Simpson (0.89), mientras que el índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de 2.28, indicando una diversidad moderada.

Dávila Rimarachín (2023) realizó un estudio de diversidad y estructura arbórea en el Bosque Montano de Yáquil, Conchan, Chota, donde estableció 6 parcelas de 0.1 ha y se inventarió a los individuos con $DAP \geq 5$ cm, obteniendo un total de 403 individuos, agrupados en 22 familias, 30 géneros y 51 especies. Las siendo las familias más abundantes: Chloranthaceae con 105 individuos, Myrtaceae con 46 individuos, Cunoniaceae con 38 individuos, Lauraceae con 36 individuos y Rubiaceae con 32 individuos. Donde el promedio de individuos por parcela fue de 68, por otro lado, los índices demostraron que el bosque es diverso y alcanzando un índice de Margalef de 8.22; índice de Menhinick de 2.431; índice de Simpson de 0.095; y un índice de Shannon-Wiener de 3.080.

Chumacero Ramirez y Mondragon Santa Cruz (2023) investigaron la diversidad florística y endemismo del bosque montano de Wissus, sector el Campo, Callayuc, Cutervo, instalándose 6 parcelas de 0.1 ha donde se evaluaron a los individuos con $DAP \geq 10$ cm. En total se registraron 378 individuos, agrupados en 14 familias, 17 géneros y 23 especies. El índice de Simpson muestra una diversidad entre 0.66 - 0.86, mientras que Shannon-Wiener registró valores entre 1.38 - 2.20. Las especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) son: *Ocotea albopunctulata* y *Cyathea Sm.* La posición sociológica indica que más del 60% de individuos se encuentran en el estrato inferior (≤ 10 m de altura).

Dilas Jiménez et al. (2023) desarrollaron un estudio sobre la composición, diversidad y estructura de bosque de neblina montano tropical del caserío de San Luis del Nuevo Retiro perteneciente al área de amortiguamiento del Área de Conservación Municipal Bosques de Huamantanga, Huabal, Jaén, instalaron una parcela permanente de 1 ha, donde evaluaron todos los árboles con $DAP \geq 10$ cm. Se registro 792 individuos de 81 especies, 48 géneros y 33 familias. Las familias más ricas en especies fueron Lauraceae (25 especies), Euphorbiaceae (5 especies), Melastomataceae, Clusiaceae y Rubiaceae (con 4 especies cada una). Las especies más abundantes y frecuentes fueron *Cyathea sp1.* y *Miconia punctata.*

Fernandez Jibaja y Torres Herrera (2023) establecieron un estudio con el objetivo de evaluar la diversidad, composición florística y estructura arbórea en los bosques ribereños premontanos de la quebrada Amojú, Jaén, Cajamarca, donde instalaron 6 parcelas de 0.1 ha, registrándose todos los árboles con $DAP \geq 5$ cm. Se reportaron 638 individuos, distribuidos en 39 especies, 36 géneros y 16 familias. Los valores del índice de diversidad de Simpson se encontraron entre 0.1931 y 0.6127, mientras que los de Shannon-Weiner entre 1.249 y 2.686, revelando de baja a media diversidad. El análisis de la diversidad beta mostró una mayor

afinidad entre las parcelas de baja diversidad y mayor disimilitud entre las restantes. En el análisis conjunto de las parcelas, las especies de mayor valor de importancia fueron las de sucesión ecológica temprana.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Diversidad florística

La biodiversidad también llamada diversidad florística o biológica se define como el número de especies existentes en una localidad o región dada (Martínez et al., 2018). Marín (2011) conceptualiza “la diversidad biológica como la variación de las formas de vida que ocupan un lugar determinado abarcando la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos, su variabilidad genética, los ecosistemas de los que hacen parte”.

Es muy espléndido la diversidad de que hacen gala los bosques neotropicales ya que ha tardado milenios de años en evolucionar, pero a escala local es impresionante la velocidad a la que puede acumularse. Por lo tanto, en términos generales la acumulación de diversidad vegetal es un proceso supeditado por dos factores: primero, las semillas deben ser capaces de llegar al sitio, ya sea por medios biológicos o abióticos, y segundo, el sitio de llegada debe ser apto para la germinación (Guariguata y Kattan, 2003).

Los patrones de diversidad vegetal o florística que presentan los bosques montanos son valores altos a muy altos en la diversidad beta y gamma, siendo lo opuesto a lo observado en los bosques amazónicos, esto se debe a su gran variedad de especies que presentan (Cuesta et al., 2009).

a) Tipos de diversidad

- **Diversidad alfa (α)**

Moreno (2001) define a la diversidad alfa como la riqueza de especies de una comunidad, hábitat o sitio en particular a la que consideramos homogénea. Para Ferriol y Merle (2006) mencionan que la diversidad alfa es la biodiversidad intrínseca de cada comunidad vegetal concreta del paisaje en cuestión, y que la diversidad será mayor cuanto más alto sea el número de especies.

Riqueza específica (S). Es el número total de especies obtenidas por un muestreo de la comunidad. Para ser más específico en inventarios forestales es el total de especies que se obtienen dentro de una parcela (Moreno, 2001). Se representa a través de la lista de especies reportadas a partir del inventario de todas las unidades muestrales levantadas en campo. Dicha lista es complementada por registros efectuados fuera del área de muestreo. La lista de especies debe ser reportada para cada tipo de vegetación y, de manera general, para toda el área evaluada, donde se indique la respectiva familia, especie y su forma de vida vegetal (MINAM, 2015).

Índice de Margalef (DMg). El índice se basa en el principio de la riqueza específica, de esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies). La cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Moreno, 2001).

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde: S = Número de especies
 N = Número total de individuos
 ln = Logaritmo natural

Índice de Simpson (λ). El índice está basado en la dominancia, cabe resaltar que es un parámetro inverso al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. El cual toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

El índice de Simpson calcula la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Además, está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde: p_i = Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Shannon-Wiener (H'). El índice está basado en la equidad, calcula la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el

logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (MINAM, 2015).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde: \ln = logaritmo natural

p_i = el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- **Diversidad beta (β)**

La diversidad beta (β) es la diversidad entre hábitats o es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Ferriol y Merle, 2006). La medición de la diversidad beta está basada en proporciones o diferencias. Estas proporciones pueden calcularse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia - ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Moreno, 2001).

Coefficiente de Jaccard (I_j). El coeficiente se basa en la similitud con datos cualitativos. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (MINAM, 2015).

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde: a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

b) Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies es también llamada curva de área – especies, y es la construcción de una curva partiendo con la obtención de los datos de especies y el área trabajada en cada parcela de muestreo y por cada unidad vegetal mapeada.

El análisis de la tendencia de la curva de acumulación resultante del inventario permite corroborar la eficacia del muestreo con relación al tamaño mínimo de las unidades de muestreo estándar recomendadas. Asimismo, permitirá ajustar los tamaños mínimos establecidos de las unidades muestrales para los futuros inventarios florísticos (MINAM, 2015).

c) Cociente de mezcla (CM)

Se expresa la relación entre el número de especies y el número de individuos totales ($S: N$ o S / N). El Coeficiente de mezcla proporciona una idea somera de la intensidad de mezcla, así como una primera aproximación de la heterogeneidad de los bosques. Es de mencionar que los valores del coeficiente de mezcla dependen fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, sólo se debe comparar ecosistemas con muestreos de igual intensidad (Melo Cruz y Vargas Ríos, 2001).

$$CM = \frac{S}{N} = \frac{\frac{S}{S}}{\frac{N}{S}}$$

Donde: S = Número total de especies en el muestreo

N = Número total de individuos en el muestreo

2.2.2. Análisis estructura del bosque

a) Estructura horizontal del bosque

La estructura de un bosque es la distribución de las principales características arbóreas en el espacio, teniendo especial importancia la distribución de las diferentes especies y la distribución de estas por clases de dimensión. En resumen, son las distribuciones de frecuencia de los atributos de los árboles las herramientas empleadas para describir la estructura del bosque. Dicha estructura viene determinada no solo por la distribución más o menos regular de los árboles en el terreno, sino, sobre todo por la mezcla espacial de las distintas especies y el grado de mezcla de árboles con diferentes dimensiones (Gadow et al., 2014).

El análisis de la estructura horizontal estima la participación de cada especie con relación a las demás y muestra cómo se distribuyen espacialmente. Este aspecto puede ser determinado por los índices de densidad, dominancia y frecuencia. Para una determinación más objetiva se necesitan mediciones y definir índices que expresan la cantidad de árboles, su tamaño y su distribución espacial (Acosta et al., 2006).

- **Distribución diamétrica**

Este parámetro permite determinar la estructura poblacional de las comunidades arbóreas del bosque mediante el análisis de la distribución de las clases de diámetros de las especies inventariadas. Cada clase diamétrica constituye una medida del crecimiento o edad de los árboles. Una especie con una curva de distribución diamétrica en forma de “J invertida” según el modelo $Y = Ke^{-ax}$, prácticamente tiene asegurada su población futura, es decir que su población está en equilibrio.

Este parámetro nos permite conocer el estado de la población actual y futura de una determinada especie del bosque, como, por ejemplo, si una determinada especie vegetal cuenta con baja población adulta, significa que tiene limitada regeneración natural, lo cual la vuelve muy vulnerable ante impactos ambientales que afecten su integridad. Esta información permitirá evaluar y tomar decisiones respecto al estado actual de conservación de determinadas especies de la flora (MINAM, 2015).

- **Índice de valor de importancia (IVI)**

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad y la dominancia relativas (Acosta et al., 2006).

Es un valor que mide el peso ecológico de cada especie en una comunidad vegetal; es decir, se pueden identificar las especies más importantes presentes en un tipo de bosque en relación con su densidad poblacional, al dominio espacial horizontal y a la amplitud de su distribución geográfica. El IVI resulta de la suma de los valores relativos de tres de los

parámetros antes descritos: la abundancia, la dominancia (área basal) y la frecuencia, cuya suma total debe ser igual a 300 % (MINAM, 2015).

$$IVI = A_r + Dr_i + F_r$$

Donde: A_r = Abundancia relativa

Dr_i = Dominancia relativa

F_r = Frecuencia relativa

Densidad o abundancia. El concepto de densidad está asociado al de ocupación del espacio disponible para crecer, pudiendo existir densidades normales, sobre-densos (excesivas) y sub-densos (defectivas). La densidad o abundancia, mide la participación de las especies en la masa en términos absolutos y relativos (Acosta et al., 2006).

Dominancia. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los individuos. Además, el grado de dominancia da una idea de la influencia que cada especie tiene sobre las demás. Las que poseen una dominancia relativamente alta, posiblemente sean las especies mejor adaptadas a los factores físicos del hábitat. Se expresa con relación al tamaño de los árboles, los componentes básicos de la ocupación del espacio del árbol y del rodal son el fuste, la copa y sus raíces (Acosta et al., 2006).

Área basal (AB). Es la superficie de una sección transversal del fuste o tronco del árbol, a determinada altura del suelo. Se expresa en metros cuadrados de materia vegetal por unidad de superficie de terreno, lo cual puede referirse a la hectárea (MINAM, 2015).

Para el cálculo del AB se utiliza la siguiente fórmula:

$$AB = 3.1416 * \left(\frac{DAP}{2}\right)^2 \quad \text{ó} \quad AB = 0.7854 * DAP^2$$

Donde: AB = Área basal

DAP = Diámetro a la altura del pecho o diámetro a 1,30 m del suelo

Frecuencia. Revela la distribución espacial de las especies, es decir el grado de dispersión. Para determinarla se dividen las parcelas de inventario en subparcelas de igual tamaño, donde se verifica la presencia o ausencia de las especies (Acosta et al., 2006).

b) Estructura vertical

La estructura vertical de un bosque cualquiera está determinada por la distribución de distintas especies arbóreas que componen un ecosistema y ocupan sitios definidos en respuesta a los factores microclimáticos, gradientes ambientales o al disturbio natural o al provocado por el hombre (Ramos et al., 2017).

- **Posición sociológica (PS)**

Es una expresión de la expansión vertical de las especies. Es un índice que brinda información sobre la composición florística de los distintos sub-estratos de la vegetación, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos. El sub-estrato es una porción de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, fijados subjetivamente, según el criterio que se haya elegido. Generalmente se distinguen tres: superior, medio e inferior (Acosta et al., 2006).

$$VF = \frac{n}{N}$$

Donde: VF = Valor Fitosociológico del sub-estrato

n = número de individuos del sub-estrato

N = Número total de individuos de todas las especies

Las especies que presentan una PS regular son aquellas que presentan en el piso inferior un número de individuos mayor o igual a la de los pisos subsiguientes.

Para calcular el valor absoluto de PS de una especie, se suman sus valores fitosociológicos en cada sub-estrato, el cual se obtiene efectuando el producto del VF del estrato considerado por el n° de individuos de la especie en ese mismo estrato (Acosta et al., 2006).

$$PS_a = VF(i) * n(i) + VF(m) * n(m) + VF(s) * n(s)$$

Donde: PS_a = Posición sociológica absoluta

VF = Valor fitosociológico del sub-estrato

n = Número de individuos de cada especie

i = inferior; m: medio; s: superior

La posición sociológica relativa (PS_r) de cada especie, se describe como porcentaje sobre la sumatoria total de los valores absolutos.

$$PS_r = \frac{PS_a}{\sum_{i=1}^n PS_a}$$

2.2.3. Composición florística

Se define la composición florística como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar o área geográfica determinada, comúnmente teniendo en cuenta su densidad, su distribución y su biomasa, para ello se obtendrá una información ordenada del número de familias, géneros y especies.

La composición de un bosque está determinada tanto por los factores ambientales, como posición geográfica, clima, suelos y topografía, también, por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies (CATIE, 2001a).

2.2.4. Bosques montanos tropicales

Los bosques montanos tropicales son ecosistemas frágiles que contienen una biodiversidad caracterizada por su alto grado de singularidad y rareza. Estos ecosistemas se encuentran altamente amenazados en toda su distribución. Estos bosques son fundamentales en el sostenimiento del clima a escala regional y continental, ya que facilitan muchos de los procesos de circulación global y captan una gran cantidad de agua de los bancos de nube que se precipitan por efectos de la orografía andina. De igual manera, cumplen un papel importante en el balance de CO₂ de la atmósfera (Cuesta et al., 2009).

Los bosques montanos de vertiente occidental tienen una extensión de 90703.86 ha, que es un 0.07 % del total de bosques del Perú (SERFOR, 2021). Se ubican en los flancos andinos de los departamentos de Piura y Cajamarca, al norte del país, con pequeñas extensiones en los departamentos de Lambayeque y La Libertad (MINAM, 2021). A nivel mundial los bosques montanos abarcan aproximadamente 900 millones de ha, lo cual

representa un 20 % de la cubierta forestal mundial, en todos los continentes existen bosques montanos excepto en el Antártico (FAO, 2020). Los bosques montanos están localizados en la vertiente oriental de los andes se forman entre los 2000 y los 3500 m, en la llamada ‘franja de condensación’, justo el rango de altitud en que las copas de los árboles montanos de curvadas y largas ramas se abren como reservorios de agua (MINAM, 2021).

En los bosques montanos, tanto en la vertiente occidental y oriental de la cordillera de los Andes la diversidad florística va disminuyendo conforme aumenta la altitud y a elevaciones medias no se da un aumento de la diversidad de especies vegetales, pero es notorio un cambio estructural importante, por ejemplo, en bosques andinos la diversidad arbórea disminuye significativamente por encima de los 3000 m de elevación (Guariguata y Kattan, 2003).

2.2.5. Muestreo para el estudio de los bosques

a) Tipos de muestreo

El inventario de las unidades de vegetación o tipos de vegetación se realiza a través de la técnica del muestreo, el cual consiste en recoger información cualitativa y cuantitativa en pequeñas áreas representativas o parcelas. El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015) recomienda o propone uso de los siguientes tipos de muestreo:

Aleatorio estratificado. Se requiere de la estratificación del área a evaluar y en donde la selección de las muestras es aleatoria, pero solo al interior de cada estrato o unidad de vegetación.

Sistemático estratificado. En este tipo de muestreo implica que la distribución de muestras sigue un patrón sistemático al interior de cada estrato. Es el más preferido por su fácil aplicación y además según el patrón espacial de los individuos ofrece una mejor estimación que el muestreo sistemático sin estratificar.

Muestreo intencional. Este tipo de muestreo es también llamado muestreo deliberado, crítico, de juicio, discrecional o muestreo por conveniencia. Es un tipo de muestreo no probabilístico, este ocurre cuando los elementos seleccionados para la muestra son elegidos por el criterio del investigador. Cabe mencionar que los investigadores suelen creer que pueden obtener una muestra representativa utilizando un buen juicio, lo cual resulta por supuesto en un ahorro de tiempo y dinero. También se define como aquel método que solo incluye a los elementos poblacionales que cumplen ciertos criterios prácticos, como la disponibilidad y facilidad de acceso, la proximidad geográfica (Parra, 2018).

b) Forma y distribución de unidades de muestreo

El uso de unidades de muestreo o parcelas de área fija son las más utilizadas en los inventarios de la flora y vegetación. Las parcelas rectangulares son las más apropiadas para bosques densos como abiertos por su fácil aplicabilidad y que permite evaluar las variables mientras se camina en línea (MINAM, 2015).

c) Tamaño de la unidad muestral

El tamaño mínimo de la unidad muestral se basa en el criterio del “área mínima de la comunidad”, el cual se refiere a que para toda comunidad vegetal existe una superficie por debajo de la cual ella no puede expresarse como tal. La unidad muestral o parcela de

muestreo constituye la unidad básica de análisis sobre la que se hace el registro de la flora y las mediciones de sus variables (MINAM, 2015).

d) Tamaño mínimo de la muestra

Se refiere al número de unidades muestrales o parcelas mínimamente requeridas para realizar el inventario en cualquier metodología propuesta (MINAM, 2015).

Para calcular el tamaño mínimo de la muestra (para el caso de especies arbóreas, palmeras y helechos arborescentes) con el uso de la fórmula que está en función de la variabilidad y precisión del parámetro que se quiere evaluar (MINAM, 2015).

$$N = (CV\%)^2 * \frac{t^2}{E\%^2}$$

N = número de unidades muestrales

CV % = coeficiente de variabilidad relacionado al volumen maderable del bosque

E % = error de muestreo igual a 15 %

t = 2 (al 95 % de probabilidad)

El valor del CV % del volumen maderable será obtenido de información secundaria; es decir, de inventarios forestales realizados en tipos de bosques similares. En caso de no ser posible ninguno de los casos anteriores, se puede asumir el valor de 30 % o 35 % (MINAM, 2015).

2.3. Definición de términos

2.3.1. *Composición florística*

Es la heterogeneidad de las plantas que se logran identificar en una categoría de vegetación. Está determinada por factores ambientales, la dinámica del bosque y la ecología de sus especies. La composición florística describe al número de familias, géneros y especies en un bosque al momento de realizar un inventario. Los elementos que se consideran para lograrlo se enfocan en la diversidad, riqueza de especies y la similitud (Alanís Rodríguez et al.,2020).

2.3.2. *Gradiente altitudinal*

Es un cambio gradual en las condiciones ambientales y ecológicas a medida que se asciende o desciende un bosque o una elevación similar. Las gradientes altitudinales pueden generar límites ambientales que influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales (Murga et al., 2011).

2.3.3. *Diversidad florística*

Llamada también diversidad biológica, es el resultado y la expresión de todas las adaptaciones de los seres vivos a la agitación medioambiental y sólo puede mantenerse en la medida en que se perdure esa agitación (Acosta et al., 2006). La diversidad florística es el grupo o conjunto de elementos vegetales que están ocupando un área determinada de formas estructurales diferentes, pudiendo ser bosques, matorrales y páramos.

2.3.4. Índices de diversidad

Es un indicador que se manifiesta en la heterogeneidad que se encuentra dentro de un ecosistema (diversidad alfa “ α ”), la heterogeneidad a nivel geográfico (diversidad beta “ β ”) de las poblaciones o de las comunidades o parcelas a trabajar (Moreno, 2001).

2.3.5. Especie dominante

Una especie dominante es aquella que tiene una influencia significativa sobre la diversidad, el funcionamiento y la estructura del hábitat en el que se encuentra. Este término puede referirse tanto a su abundancia numérica como a su biomasa o a la manera en que afecta a otras especies y al entorno (Manzanilla Quijada et al., 2020).

2.3.6. Flora

Es el conjunto de especies vegetales que habitan en una región determinada. Incluye árboles, arbustos, hierbas, flores, helechos, musgos, entre otros; es decir es el conjunto de especies presentes en un lugar o área dada (Villaseñor y Ortiz, 2014).

2.3.7. Vegetación

La vegetación se refiere a la forma en que las plantas se agrupan y se distribuyen en un espacio físico. Es la expresión visible de la flora en el paisaje; se refiere a las comunidades vegetales, su estructura y composición florística (Villaseñor y Ortiz, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y características del área de estudio

3.1.1. *Ubicación*

La investigación se realizó en una gradiente altitudinal con orientación de norte a sur, de 2500 a 3300 m en los fragmentos o relictos del bosque montano de los centros poblados de San Juan, La Unión y los caseríos de La Palma, Vista Hermosa y Quillumito, del distrito de Chadín, provincia de Chota y departamento de Cajamarca (Figura 1). Además, se tomó la cota mínima de 2500 por la accesibilidad, ya que a descender al bosque el ingreso se tornaba más difícil, y cota 3300 es la más elevada del bosque.

3.1.2. *Accesibilidad*

Para llegar al área de estudio, partiendo de la ciudad de Cajamarca se toma la vía asfaltada (categoría 3N) hasta la ciudad de Bambamarca con una distancia de 112 km y con un tiempo de viaje de 3 h aproximadamente; se continúa hacia el poblado del distrito de Chadín, con una duración de 2 h y distancia de 40 km; el trayecto continúa hacia el caserío La Palma por la única trocha carrozable, con una distancia aproximada de 6 km y una duración de 20 min, donde es el lugar más próximo al bosque en estudio.

3.1.3. *Clima*

Según SENAMHI (2021) y la Zonificación Ecológica Económica - Ordenamiento Territorial Cajamarca (ZEE-OT Cajamarca, 2014), el área de estudio presenta un clima de tipo templado moderado lluvioso (Cw), característico por tener invierno seco, la cantidad de las lluvias del mes más lluvioso es 10 veces mayor que el mes más seco, también las temperaturas sobrepasan los 20°C y la precipitación anual se encuentra por debajo de los 500 mm, aunque en las partes más altas, húmedas y orientales, puede alcanzar y sobrepasar los 1200 mm.

3.1.4. *Zonas de vida*

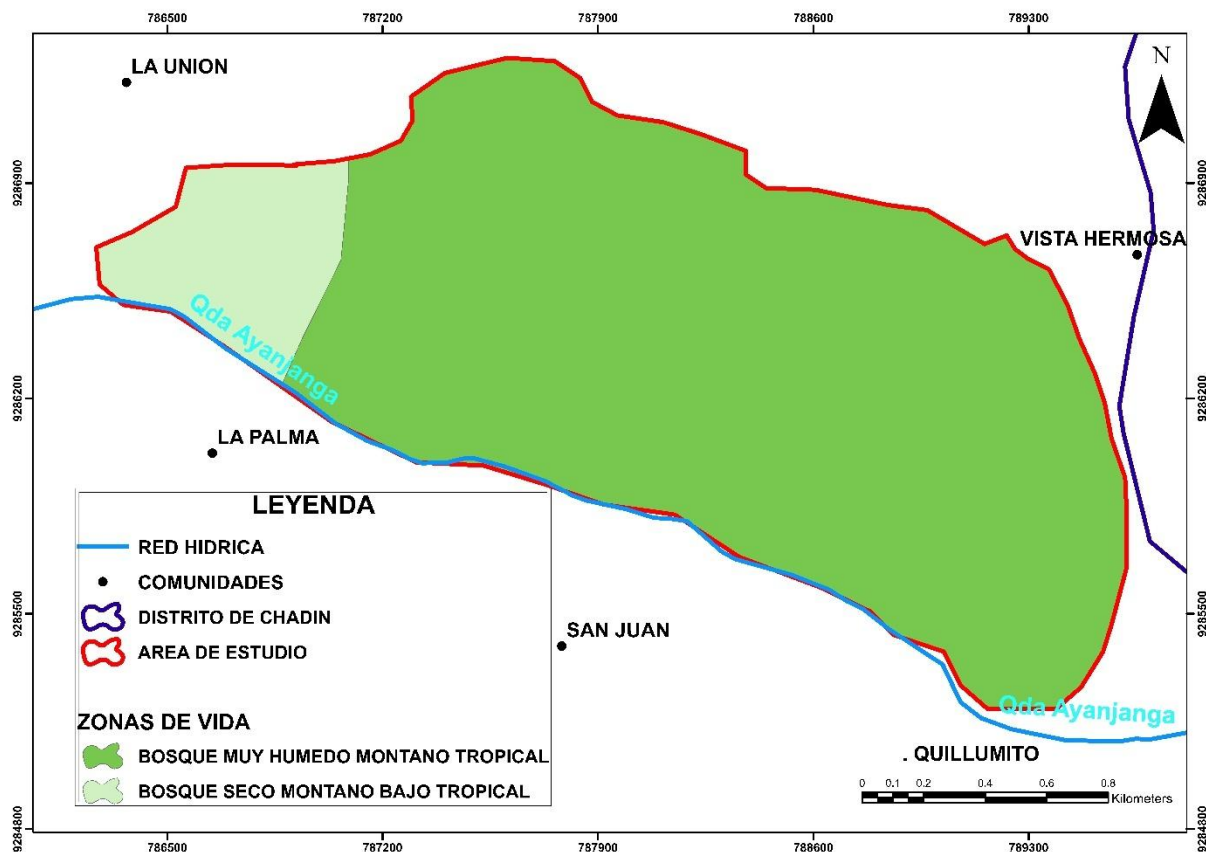
El área de estudio comprende dos zonas de vida según la clasificación de Holdridge (ZEE-OT Cajamarca, 2014) y son los que se indican:

Bosque seco montano bajo tropical. Este tipo de zona de vida es potencialmente agropecuario y para la producción de madera para el establecimiento humano. En los terrenos con poca pendiente se produce papa, hortalizas y maíz.

Bosque muy húmedo montano tropical. Presenta condiciones adecuadas para la actividad agropecuaria. Se cultiva papa, haba, trigo, cebada. En los subpáramos entre los 3200 y 3600 m existen praderas de pastos naturales donde es esencial para la ganadería.

Figura 2

Zonas de vida del área de estudio



Fuente. Adaptado de SENAMHI (2021) y Zonificación Ecológica Económica - Ordenamiento Territorial Cajamarca (ZEE-OT Cajamarca, 2014)

3.1.5. Hidrografía

El área de estudio forma parte de la divisoria de aguas de la cuenca del río Llaucano y está de la cuenca del río Marañón. Además, se encuentra en el margen derecho de la quebrada Ayanjanga.

3.1.6. Tipo de suelo

En el área de estudio existen 2 tipos de suelo, los cuales son (ZEE-OT Cajamarca, 2014).

Cambisol – Leptosol. Estos suelos se originaron de montañas sedimentarias formadas sobre una secuencia de margas y calizas gris parduzcas en bancos más o menos uniformes con pendiente fuertemente empinada, drenaje excesivo, con baja materia orgánica y con profundidad efectiva muy superficial.

Regosol. Proveniente de montañas sedimentarias formadas sobre rocas areniscas, lutitas y margas con intercalaciones calcáreas; con drenaje excesivo; profundidad efectiva superficial y pH moderadamente ácido (Figura 3).

3.1.7. Fisiografía

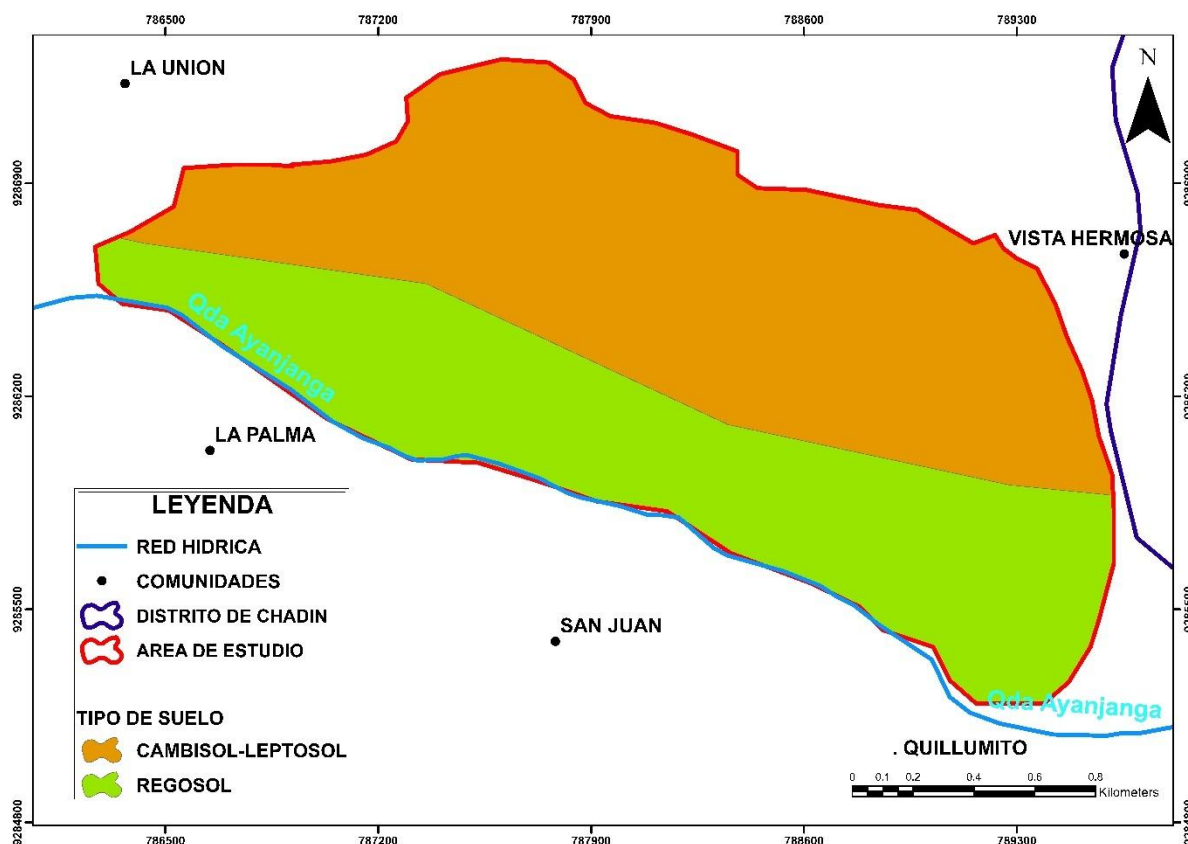
El distrito de Chadín cuenta con una fisiografía montañosa y morfología de relieve que es el producto del proceso evolutivo o geomorfológico de rocas sedimentarias formadas sobre areniscas, lutitas y margas con intercalaciones calcáreas. Su tipo de material parental es formación Inca, Pariatambo y Chulec (ZEE-OT Cajamarca, 2014).

3.1.8. Pendientes

En el área de estudio existen 2 tipos de pendiente que son: muy empinada que abarca el 40 % y empinada el 60 % restante.

Figura 3

Tipos de suelo del área de estudio



Fuente. Adaptado de SENAMHI (2021) y Zonificación Ecológica Económica - Ordenamiento Territorial Cajamarca (ZEE-OT Cajamarca, 2014)

3.1.9. Precipitación

La precipitación en el área de estudio según la ZEE-OT Cajamarca (2014) es de 1000 a 1500 mm anuales; la época más lluviosa es de noviembre hasta abril, donde se realizan las actividades agrícolas con mayor frecuencia.

3.1.10. Cobertura y uso mayor de la tierra

El área de estudio cuenta con 2 tipos de cobertura y uso mayor de la tierra que son: pastos con 100 ha y bosque abierto bajo con 200 ha (ZEE-OT Cajamarca, 2014).

3.1.11. Ecorregiones

En el área de estudio corresponde a la ecorregión Bosques Montanos de la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (ZEE-OT Cajamarca, 2014).

3.1.12. Actividades socioeconómicas

En el distrito de Chadín las actividades a las que se dedica la población es a la agricultura, ganadería, comercio y un sector pequeño se dedica a la extracción de madera para carpintería y construcción. En los lugares de La Unión, Quillumito, San Juan, Vista Hermosa y La Palma la población se dedica mayormente a la ganadería con fines de producción de leche, agricultura de subsistencia, una porción pequeña al comercio de ganado vacuno, madera, papa y a la producción de queso.

3.2. Materiales

Bolsas de polietileno	Cinta adhesiva
Cinta métrica	Estereoscopio
Estufa	Etiquetas
GPS	Láminas de cartón corrugado
Láminas de cartulina folcote N° 12	Libreta de campo
Lupa	Machete

Mapas digitales del área de investigación	Paja Rafia
Papel Kraft	Papel secante (periódico)
Prensa botánica	Prensa botánica
Tijera de podar telescópica y de mano	Útiles de escritorio
Wincha de 50 m	

3.3. Metodología

3.3.1. Variables

- Diversidad florística
- Estructura del bosque
- Composición florística

3.3.2. Unidad de análisis y muestra

Unidad de análisis. En la presente investigación estuvo constituida por 1 parcela de 50 por 20 m.

Muestra. Conformada por las 16 parcelas rectangulares distribuidas en la gradiente de 800 m, que abarca desde los 2500 hasta los 3300 m, comprendiendo los lugares de: La Palma, La Unión, San Juan, Quillumito y Vista Hermosa. Se calculó mediante la fórmula en base a la variabilidad y precisión como indica el MINAM (2015) en su Guía de Inventario de Flora y Vegetación.

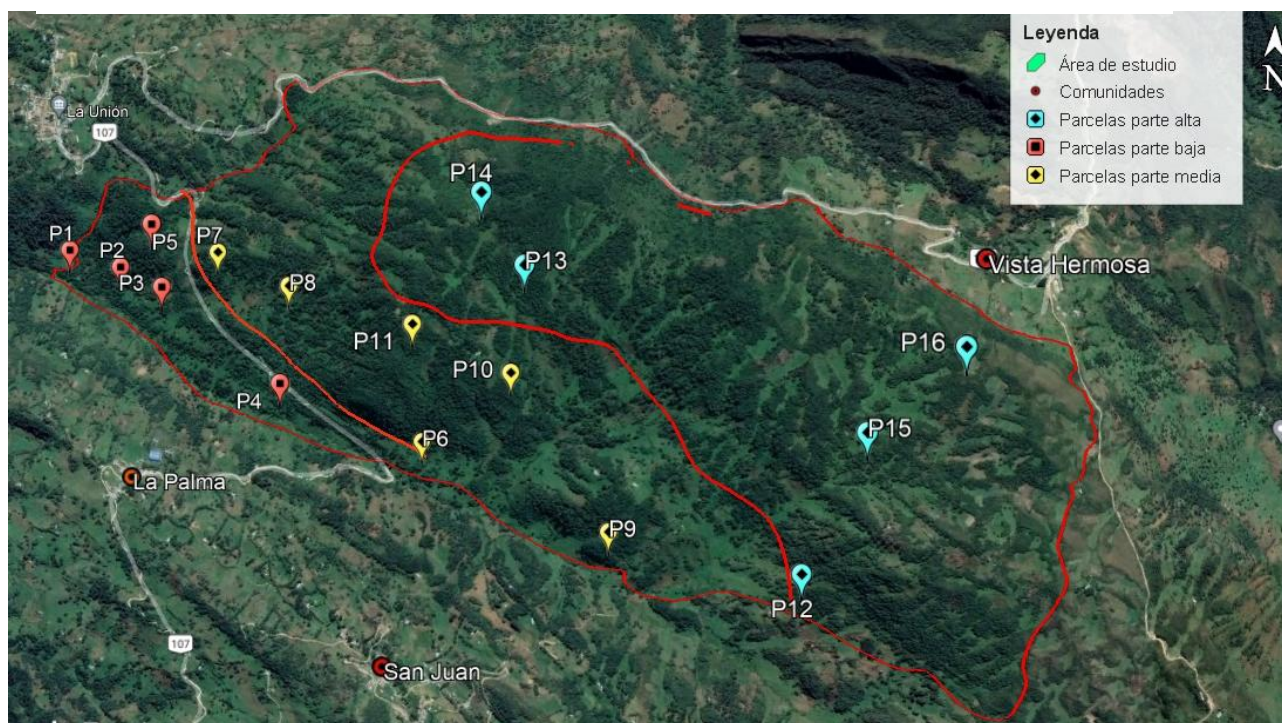
$$N = (30\%)^2 * \frac{2^2}{15\%^2} = 16$$

Este resultado de 16 parcelas se distribuyó de forma estratificada en cada 50 m de altitud, además, la gradiente se dividió en 3 estratos (zona baja, media y alta). Asimismo, en cada estrato se distribuyeron las parcelas al azar en la gradiente altitudinal. Para comprobar la validez del muestreo se comprobará con la curva de acumulación de especies (Figura 18).

Tabla 1

Coordenadas de cada parcela

Estratos	Parcela	Coordenadas		Altitud
		Este (X)	Norte (Y)	
Zona baja	P1	786367	9286687	2500
	P2	786570	9286626	2550
	P3	786737	9286555	2600
	P4	787171	9286230	2650
	P5	786739	9286758	2700
Zona media	P6	787683	9286053	2750
	P7	787002	9286664	2800
	P8	787255	9286554	2900
	P9	788319	9285782	2950
	P10	787998	9286285	3000
	P11	787691	9286430	3050
Zona alta	P12	788925	9285674	3100
	P13	788050	9286603	3150
	P14	787921	9286812	3200
	P15	789093	9286118	3250
	P16	789356	9286373	3300

Figura 4*Distribución de las parcelas en el área de estudio*

3.3.3. Técnicas de recopilación, procesamiento y análisis de datos

a) Recopilación de datos en campo

Establecimiento de parcelas. Las parcelas fueron distribuidas de forma estratificada en los 3 estratos del bosque con respecto a la gradiente: 5 parcelas en la zona baja (2500 - 2700 m), 6 parcelas en la zona media (2750 – 3050 m) y 5 en la zona alta (3100 – 3300 m). A cada parcela dentro de cada estrato se consideró la dirección de la pendiente (50 m), que se ubiquen dentro de los relictos boscosos y que no estén perturbadas por la acción antrópica, de tal manera que el área de estudios contenga 1000 m².

Figura 5

Delimitación de las parcelas de 1000 m²



Inventario florístico. En las parcelas se realizó la numeración ordinal de todos los individuos leñosos con $DAP \geq 5$ cm. Se registraron con los datos: código de individuo, especie, nombre común, zona, altura total (m); el CAP de cada individuo y se colectaron muestras botánicas para la identificación de la especie (FAO, 2004).

Figura 6

Codificación de individuos



Figura 7

Medición del CAP de un individuo



Herborización. Marcelo Peña et al. (2011) recomienda realizar el proceso de herborización siguiente: colección de muestras botánicas, prensado, secado, identificación, montaje, etiquetado y encamisado.

Figura 8

Colecta de muestras botánicas



Registro de datos. Se ordenó en una hoja de cálculo de Excel los datos obtenidos en el inventario florístico (en libreta y formatos) como: número de individuo, parcela a la que pertenece, nombre común, CAP y altura total.

b) Procesamiento de datos

Los datos se procesaron para determinar los índices de diversidad alfa (riqueza específica, la equidad de Shannon-Wiener, dominancia y complemento de Simpson y riqueza de Margalef) y para determinar la diversidad beta se utilizó el índice de Jaccard.

La estructura horizontal incluyó la distribución diamétrica y el índice de valor de importancia (IVI); mientras que, la estructura vertical comprendió la división en tres substratos: superior, medio e inferior y la posición sociológica del bosque.

Para la estratificación de la altura total se clasificó en 3 estratos según la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO, 2005).

Tabla 2

Estratificación de la altura total

Estrato	Rango	Medida
Inferior	Altura < 1/3 de la altura superior del vuelo	3 m – 11 m
Medio	Entre 2/3 y 1/3 de la altura superior del vuelo	12 m – 22 m
Superior	Altura > 2/3 de la altura superior del vuelo	23 m – 33 m

c) Análisis de datos

Diversidad florística. Para el análisis de la diversidad alfa se determinó si la diversidad es baja, media o alta, para lo cual se empleó hojas de cálculo y se sometió a análisis estadístico mediante software Past versión 4.03 y se realizó dendrogramas comparando los estratos de la gradiente (ZB, ZM, ZA).

Para la diversidad beta se calculó y analizó la similitud, disimilitud y algunas especies que se encuentren presentes en ambos sitios, para lo cual se comparará los registros de las especies existentes en cada estrato: zona baja, media y alta de la gradiente altitudinal del bosque montano del distrito de Chadín.

Estructura horizontal y vertical. La estructura de los relictos boscosos de la gradiente fueron analizados en base a los resultados. Se interpretó lo que significa la línea de tendencia de la distribución diamétrica, que significa su tipo de curva, el valor del IVI sirvió para reconocer cuál o cuáles son las especies con mayor peso ecológico en la gradiente y que especies son comunes a los tres estratos en su perfil vertical y cual es valor fitosociológico de cada especie.

Composición florística. Para el análisis de la composición florística se hicieron comparaciones entre la cantidad de familias, géneros, especies e individuos entre estratos para determinar cuál es la familia, género y especies más y menos abundante en estratos (zona baja, media y alta) de la gradiente altitudinal del bosque montano. Luego se comparó con estudios de composición florística que guardan relación con la composición florística de los bosques montanos de Cajamarca y se indicó aquellos taxones comunes y los que se registran como nuestros para el departamento o la provincia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diversidad florística del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín.

4.1.1. Índices de diversidad alfa(α)

En la Tabla siguiente se muestran los índices de diversidad alfa del bosque montano en la gradiente altitudinal, por cada estrato: zona baja (ZB), zona media (ZM) y zona alta (ZA).

Tabla 3

Índices de diversidad alfa del Bosque Montano de Chadín

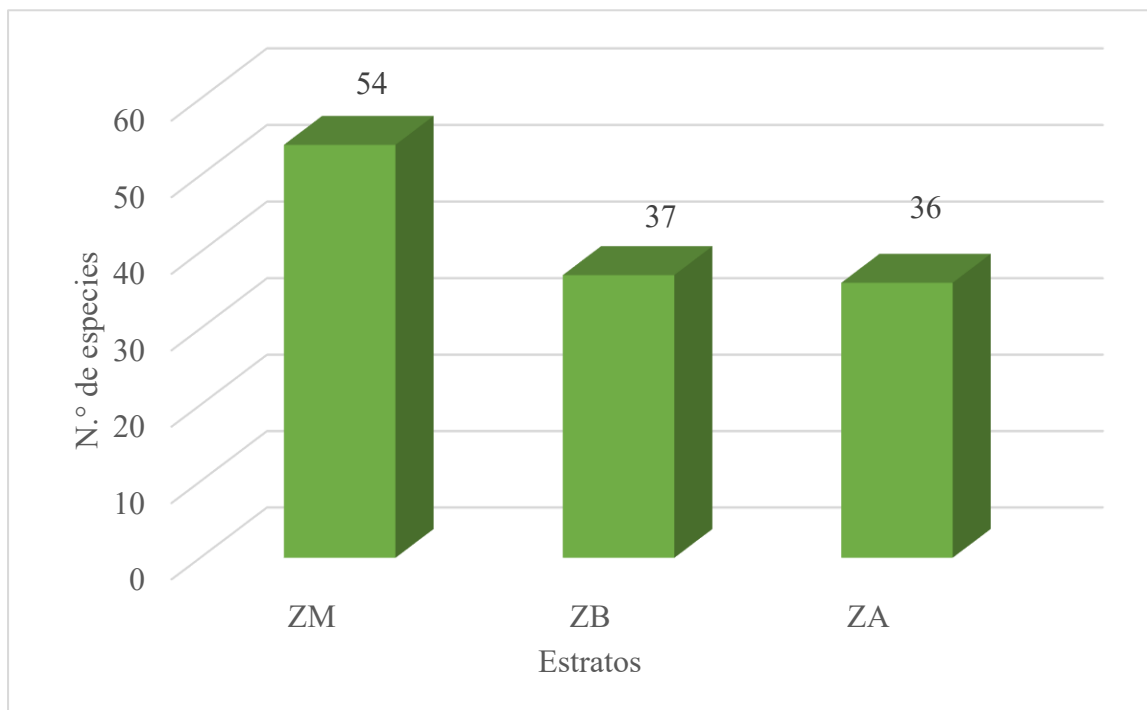
Zonas	N.º individuos	N.º de especies	Simpson		Shannon-Weiner	Margalef
ZB	493	37	0.04	0.96	3.32	5.81
ZM	710	54	0.03	0.97	3.78	8.07
ZA	457	36	0.05	0.95	3.23	5.72

a) Riqueza específica

La riqueza específica del bosque montano en la gradiente altitudinal es alta con 63 especies. Al comparar la riqueza por estratos, el que tiene valor más alto es la ZM con 54 especies y el valor más bajo muestra la ZA con 36 especies.

Figura 9

Riqueza específica del Bosque Montano del distrito de Chadín



La riqueza específica de la gradiente fue 63 especies que refleja una compleja interacción entre factores climáticos, ecológicos y biológicos. La disminución de la temperatura, la variabilidad de precipitaciones, la heterogeneidad de hábitats y las adaptaciones específicas de las especies explican en gran medida la distribución de la biodiversidad en este sistema. Los hallazgos de este estudio deben ser interpretados dentro del contexto de las presiones antropogénicas y el cambio climático, factores que probablemente influirán en la estructura y función del ecosistema en el futuro cercano (Dall et al., 2004).

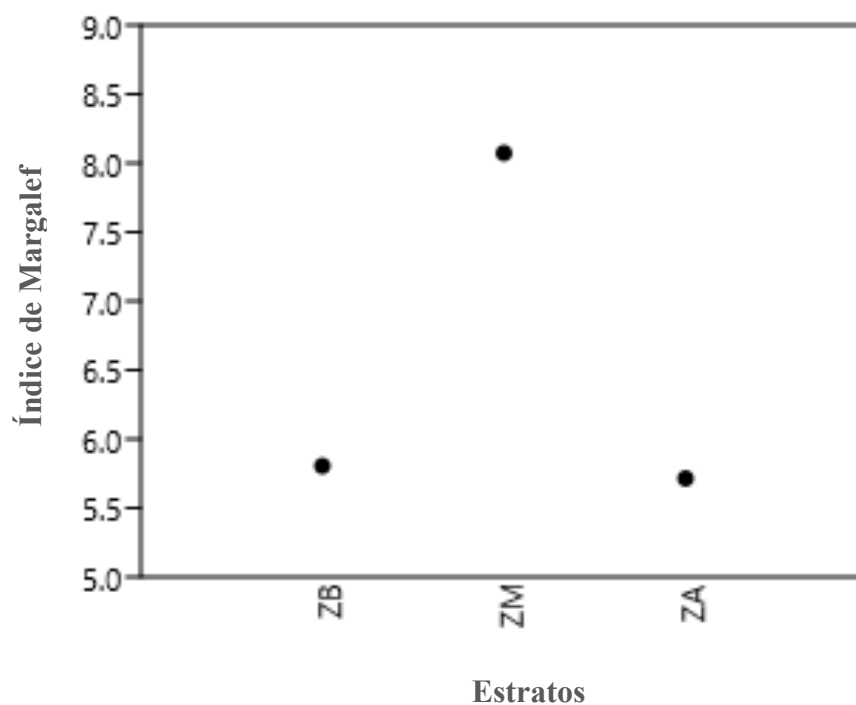
b) Índice de diversidad de Margalef

Según el índice de Margalef la diversidad de especies de la gradiente es alta, con un valor de 5.8; al comparar por estratos este parámetro la ZB obtuvo 5.8, la ZM 8 y la zona alta con 5.7 (Figura 11).

Esto indica una alta riqueza de especies y una distribución equilibrada de individuos entre especies. Esto se debe a factores, como la variedad de microclimas que propician diferentes nichos para una amplia gama de especies, las condiciones climáticas favorables como temperaturas altas y humedad constante, la disponibilidad de nutrientes, disturbios moderados en las zonas boscosas (Burgos Solorio y Tello Salgado, 2021).

Figura 10

Valores del índice de Margalef del Bosque Montano del distrito de Chadín



El índice de Margalef de 5.8 en el bosque montano refleja una alta diversidad, lo cual es consistente con la presencia de microhábitats diversos y la capacidad de adaptación de las especies a las condiciones extremas del gradiente altitudinal. Este valor alto de diversidad subraya la importancia de estos ecosistemas en términos de conservación, especialmente frente a las amenazas del cambio climático y la actividad humana (Hemp, 2011).

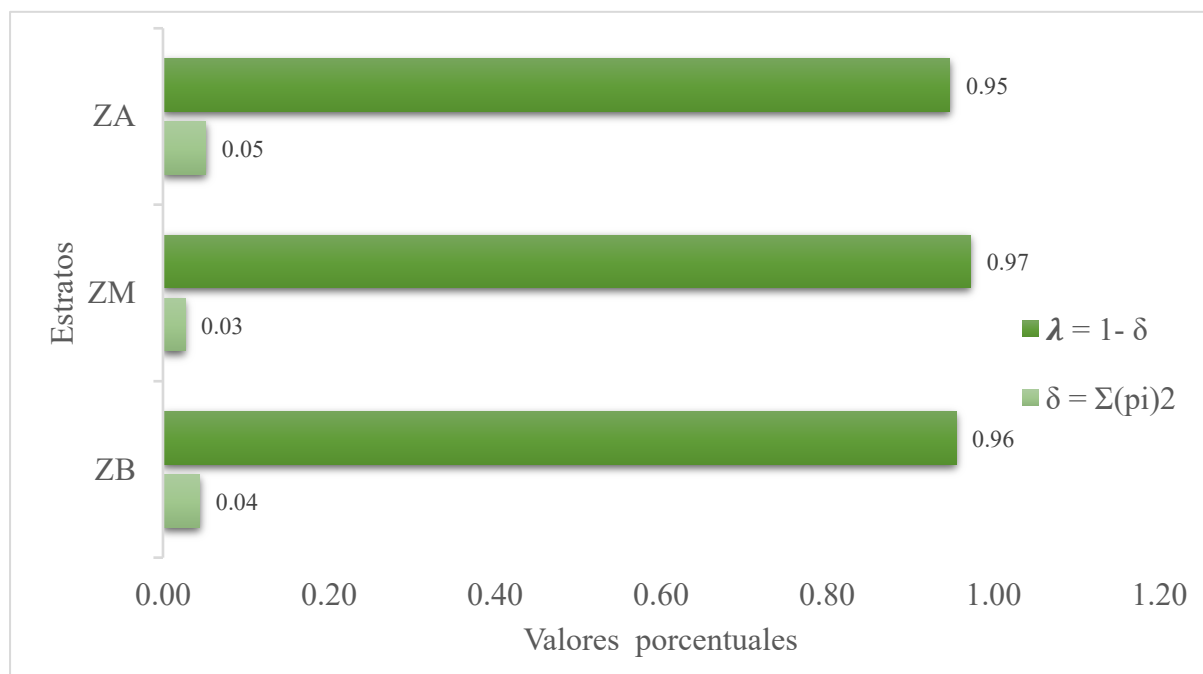
c) Índice de dominancia de Simpson

La dominancia (δ), según el Índice de Simpson, para la gradiente es baja con valor de 0.04; por estratos varió de 0.03 (ZM), 0.04 (ZB) y 0.05 la (ZA).

La diversidad (λ) para la gradiente es alta, con valor de 0.96; por estratos varió de 0.95 (ZA), 0.96 (ZB) y 0.97 la (ZM).

Figura 11

Índice de dominancia y diversidad de Simpson del Bosque Montano del distrito de Chadín



Asimismo, estos resultados indican que hay una baja dominancia y una alta diversidad florística, es decir, que la probabilidad de elegir al azar cuatro individuos en la gradiente que pertenezcan a la misma especie es extremadamente baja, es de aproximadamente de 4 %, esto es debido a la alta diversidad de especies existentes en la gradiente (Moreno, 2001). La característica del índice de Simpson es su sensibilidad a cambios en especies abundantes, además de determinar la dominancia donde las especies más comunes tienen más peso respecto a las especies raras, esto nos indica, que toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución de las demás especies (Rodríguez et al., 2020).

Figura 12

Dominancia de Simpson del Bosque Montano del distrito de Chadín

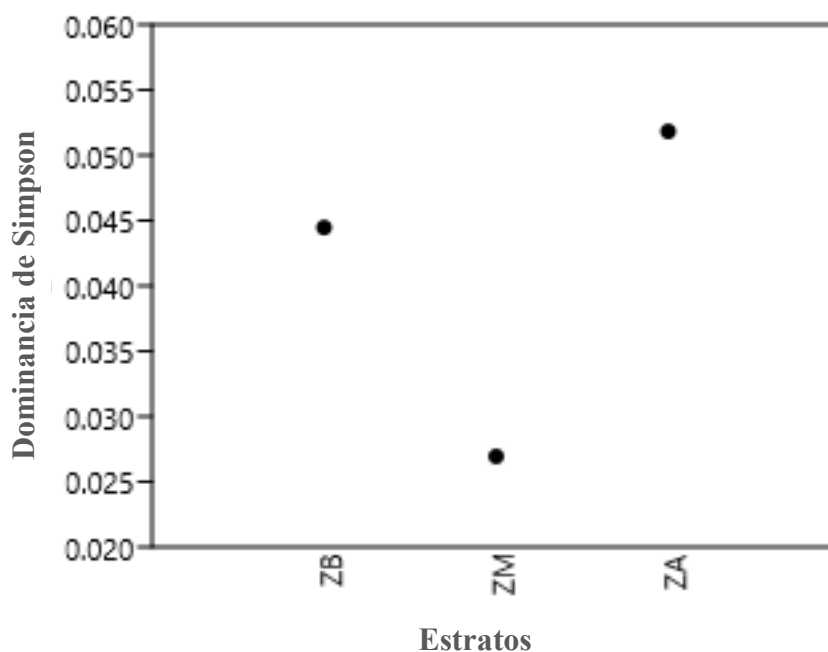
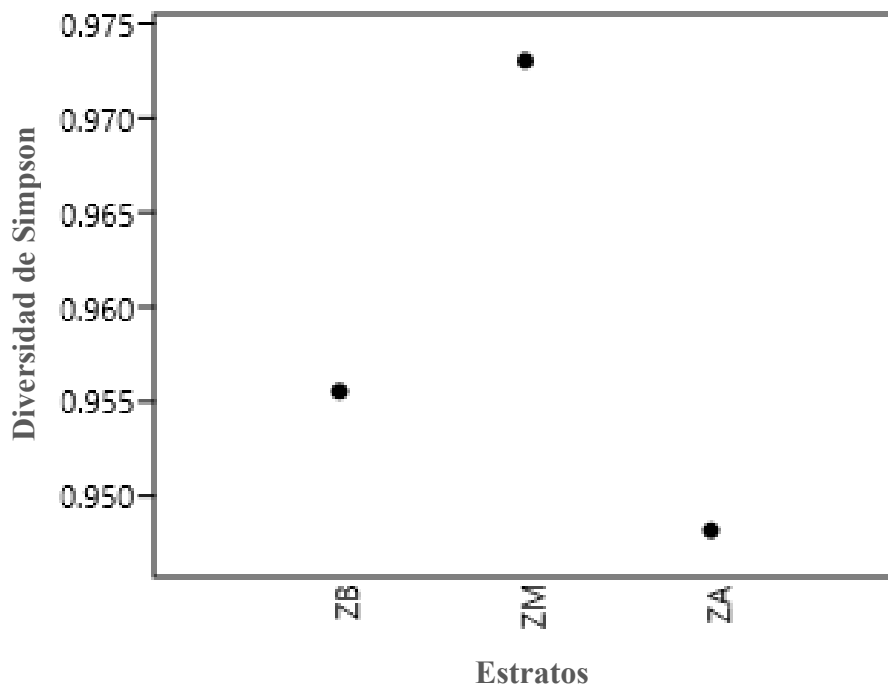


Figura 13

Diversidad de Simpson del Bosque Montano del distrito de Chadín



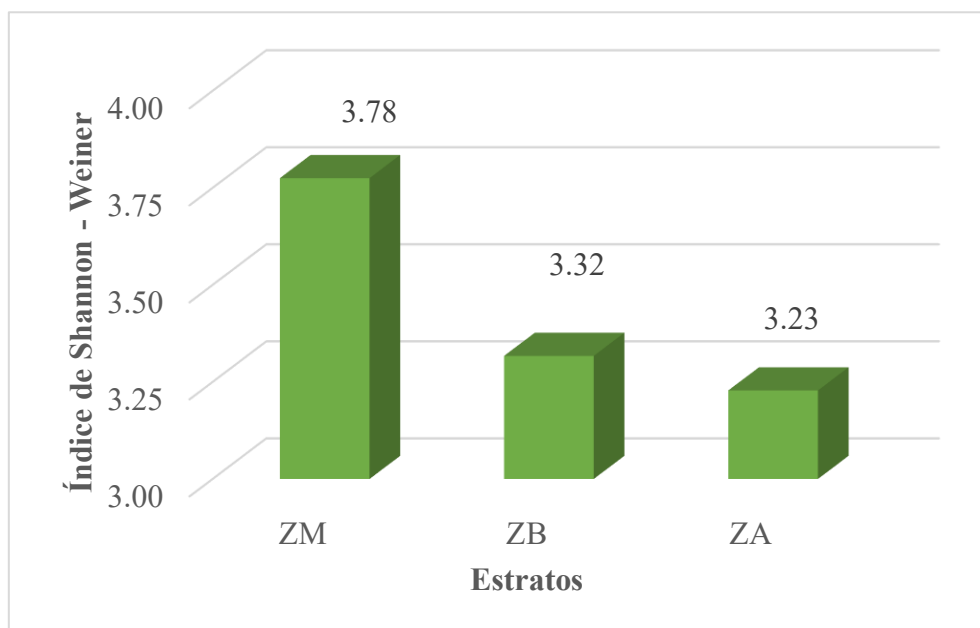
d) Índice de equidad de Shannon-Wiener

Según el índice de equidad de Shannon-Wiener, la diversidad de la gradiente altitudinal es alta, con un valor de 3.4; por estratos varió de 3.2 (ZA), 3.3 (ZB) y 3.8 la ZM.

Este valor indica una alta diversidad indicando que ninguna especie está monopolizando los recursos, lo que generalmente lleva a interacciones competitivas equilibradas. El alto nivel de diversidad y riqueza también implica una elevada resistencia y resiliencia del ecosistema frente a perturbaciones, propiciando la sostenibilidad del hábitat a largo plazo (Marín Serna, 2011; Burgos Solorio y Tello Salgado, 2021).

Figura 14

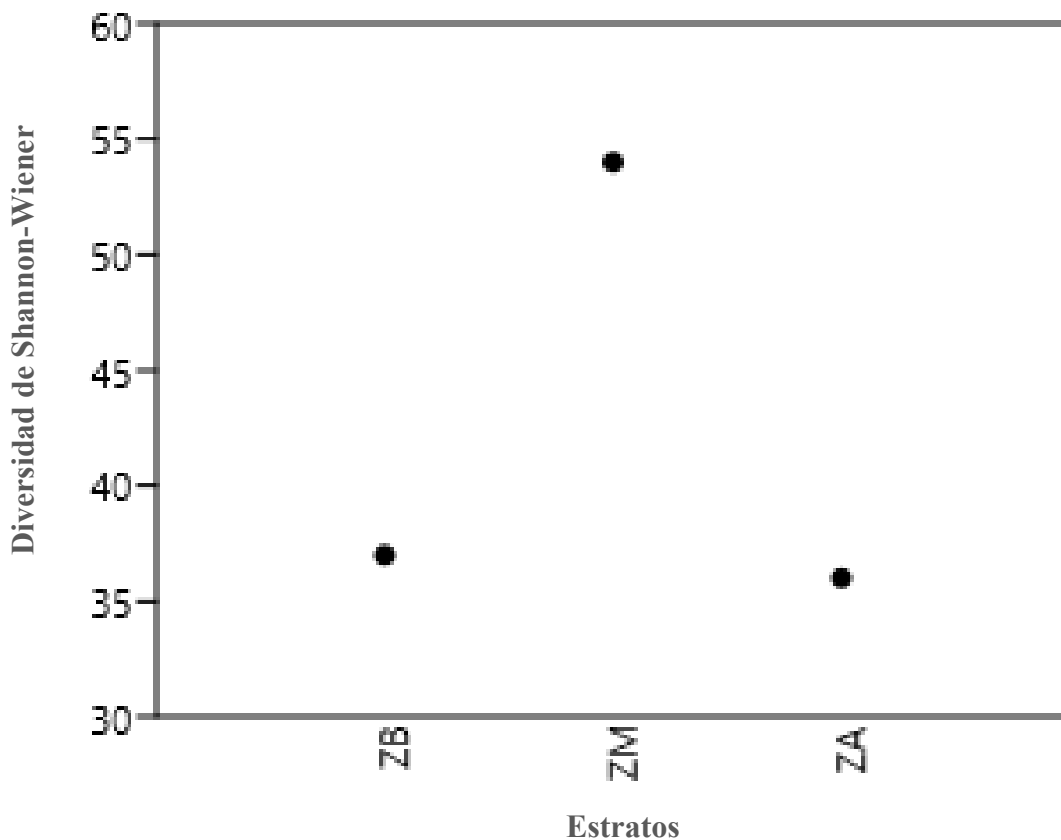
Índice de Shannon-Wiener del Bosque Montano del distrito de Chadín



Asimismo, los valores obtenidos son superiores a 3, indicando una alta diversidad, lo que se debe a que en el estrato ZM se encuentra mejor distribuidas las especies, existe una gran diversidad específica, escasa dominancia, suelos húmedos con clima templado; por lo tanto, la alta diversidad obtenida puede deberse a las condiciones favorables de sitio, a una fuerte competencia interespecífica y a una mayor estabilidad ecológica (CATIE, 2001).

Figura 15

Índice de Shannon-Wiener del Bosque Montano del distrito de Chadín



La zona media es quien presenta más diversidad florística dentro de la gradiente, debido a que se encuentra en el rango altitudinal de 2750 hasta 3050 m, esto se debe a que existen factores ecológicos y ambientales que favorecen la diversidad como: la transición altitudinal ya que esta franja suele representar un ecotono entre zonas de bosque húmedo montano bajo y bosque montano alto, lo que permite la coexistencia de especies de ambos pisos ecológicos; los microclimas variados, la topografía accidentada genera múltiples microclimas (variaciones de temperatura, humedad y exposición solar), lo que permite que diferentes especies encuentren nichos adecuados; la alta humedad relativa y precipitación

constante porque favorecen el crecimiento de especies epífitas, arbóreas y herbáceas, aumentando la riqueza florística; suelos ricos en materia orgánica la acumulación de hojarasca y la descomposición constante en estos bosques generan suelos fértiles que sostienen una gran variedad de especies y la baja perturbación antrópica en ciertas zonas ya que en elevaciones más altas, el acceso humano puede ser más limitado, lo que reduce la presión por deforestación y permite que se mantenga la diversidad original (Añazco Urbina et al., 2021; Giacomotti Tuezta, 2019; Serrano Arribasplata, 2019).

Al comparar estos resultados de diversidad alfa con otros bosques montanos de Cajamarca se observa que los resultados del presente estudio es el que sobresale pues sus índices de diversidad son más altos, excepto con el índice de Margalef en donde los relictos boscosos de Ramírez y El Mirador tienen el índice más alto. Se observa, además, que los relictos boscosos de Ramírez y El Mirador (Romero Chuquilín, 2019) y el bosque montano de Yaquil (Dávila Rimarachín 2023) también presentan alta diversidad florística, lo que indica que tienen similitud en las condiciones ambientales: clima (temperatura, humedad y precipitaciones), procesos ecológicos (migración de especies entre hábitats). Estas condiciones favorecen la existencia de especies adaptadas a este hábitat específico. Además, se observa en la Tabla siguiente que los demás bosques analizados tienen valores inferiores en el índice de dominancia de Simpson y en el índice de equidad de Shannon-Wiener en comparación con el presente estudio. Esto puede atribuirse a factores como la extensión del bosque, tamaño y diseño de las unidades muestrales, métodos de muestreo utilizados y principalmente la escasa intervención antrópica en estos ecosistemas.

Tabla 4

Comparación de la diversidad florística del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín con los bosques montanos de Cajamarca

Bosques de Cajamarca	Índices de diversidad alfa				Fuente
	Riqueza específica	Shannon-Wiener	Simpson	Margalef	
Relictos boscosos de Ramírez y El Mirador (Hualgayoc)	64 especies (diversidad alta)	3.03 (diversidad alta)	0.91 (diversidad alta)	8.63 (diversidad alta)	Romero Chuquilín (2019)
Bosque Montano El Cedro (San Miguel)	27 especies	2.17 (diversidad media)	0.86 (diversidad alta)		Serrano Arribasplata (2019)
Relicto Los Lanches del Bosque Montano Las Palmas (Chota)	30 especies	2.68 (diversidad media)	0.89 (diversidad alta)		Burga et al. (2020)
Bosque Montano de Yáquil (Chota)	51 especies	3.10 (diversidad alta)	0.91 (diversidad alta)	8.22 (diversidad alta)	Dávila Rimarachín (2023)
Bosque montano de Wissus (Cutervo)	23 especies	1.78 (diversidad media)	0.75 (diversidad baja)		Chumacero Ramirez y Mondragon Santa Cruz (2023)
Área de Conservación Municipal Bosques de Huamantanga (Jaén)	81 especies	2.86 (diversidad media)	0.86 (diversidad alta)		Dilas Jiménez et al. (2023)
Bosques ribereños premontanos de la quebrada Amojú (Jaén)	39 especies	1.96 (diversidad media)	0.62 (diversidad media)		Fernandez Jibaja y Torres Herrera (2023)
Bosque montano del distrito de Chadín	63 especies	3.4 (diversidad alta)	0.96 (diversidad alta)	6.5 (diversidad alta)	Presente estudio

4.1.2. Índices de diversidad beta (β)

a) Coeficiente de similitud de Jaccard

Los valores del coeficiente de Jaccard a nivel de estratos de la gradiente altitudinal, el coeficiente de similitud de Jaccard varió de 35.2 hasta 57.9, donde los que presentaron el valor más significativo fueron los estratos ZA y ZM con 57.9 % que comparten 33 especies, en cambio, los estratos ZM y ZB son similares en un 49.2 %, ZA y ZB en un 35.2 % con 30 y 19 especies respectivamente. Estos valores se ubican muy cercanos a una similitud florística media.

En la Tabla 5 se detalla la similitud de especies entre estratos, donde los valores en diagonal (color amarillo) indican el número de especies en cada parcela, los valores por debajo de la diagonal son los valores del coeficiente de Jaccard expresados en porcentaje y los valores por encima de la diagonal son las especies compartidas entre parcelas.

Tabla 5

Coeficiente de similitud de Jaccard del Bosque Montano de Chadín

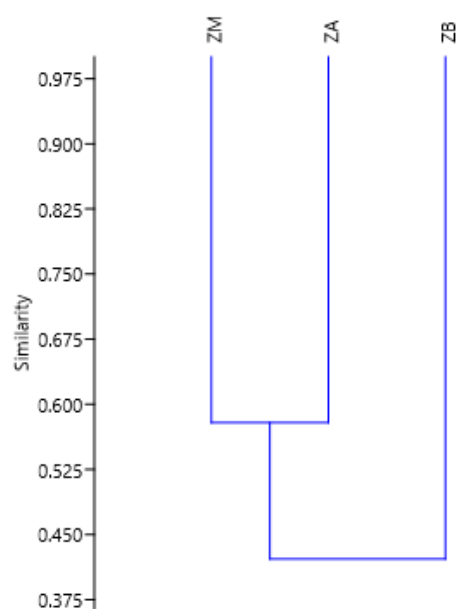
ESTRATOS	ZB	ZM	ZA	N.º de especies compartidas
ZB	37	30	19	
ZM	49.2	54	33	
ZA	35.2	57.9	36	
Coeficiente de similitud de Jaccard (%)				

El *cluster* de similitud realizado a los estratos de la gradiente del área de estudio muestra una agrupación de la ZM y ZA, indicando que hay una semejanza entre estratos, los cuales comparten 33 especies, y la ZB no muestra una similitud significativa con los otros estratos. Esto indica que los estratos de ZM y ZA tienen una semejanza de factores

relacionados con las condiciones del suelo, clima y hábitats, dispersión de semillas, colonización vegetal y evolución; además, forman parte de la clasificación de bosque muy húmedo montano tropical, mientras que la ZB se encuentra dentro del bosque seco montano tropical (ZEE-OT Cajamarca, 2014).

Figura 16

Dendrograma de similitud de los estratos del Bosque Montano de Chadín



4.1.3. Coeficiente de mezcla

El coeficiente de mezcla para el bosque montano de una gradiente altitudinal del distrito de Chadín está representado por 0.038, lo que nos indica que existe en promedio de 26 individuos por cada especie, indicando que el bosque montano tiene alta heterogeneidad arbórea. El coeficiente de mezcla nos indica en cierta manera el grado de diversidad, lo que está sujeto a variación, además, a medida que se incrementa el tamaño de muestra y la

gradiente altitudinal, este valor puede variar y estar influenciado a la gran cantidad de individuos obtenidos en cada parcela (CATIE, 2001b).

4.1.4. Curva de acumulación de especies (área – especie)

La curva especie – área o llamada también curva de acumulación de especies del bosque montano de una gradiente altitudinal del distrito de Chadín señala la forma como se incrementa el número de especies a medida que aumenta el área muestreada.

Tabla 6

Información de datos básicos para crear la curva especies – área

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
N	79	98	132	98	86	124	104	110	137	120	115	120	80	102	96	59
S. obs	11	17	22	24	20	18	29	26	35	33	28	27	16	15	11	13
SC	1	1	0.97	0.97	0.98	0.99	0.93	0.99	0.97	0.97	0.96	0.98	1	1	1	1

N: Es el número de individuos observados en cada parcela de muestreo

S. obs: Es el número de especies observadas por cada parcela

SC: Es la cobertura de muestreo, indica cual es la eficiencia de muestreo que se tuvo en cada una de las parcelas, por ejemplo, en P1 y P2 observó 11 y 17 especies respectivamente, representa el 100% que posiblemente se han encontrado en cada parcela, para P3, P4 se inventario 22 especies y representa 97% de las posibles especies registradas.

En la Figura 18 se observa, que en P01 se registró 11 especies y 79 individuos y la línea de tendencia es asintótica (línea sólida), si se hubiese duplicado el esfuerzo de muestreo

(línea punteada, es la extrapolación) se hubiera obtenido el doble de individuos, pero el mismo número de especies. Igual ocurre en todas las parcelas.

Figura 17

Curva de acumulación de especies o curva de muestreo de extrapolación y rarefacción basada en el tamaño de la muestra

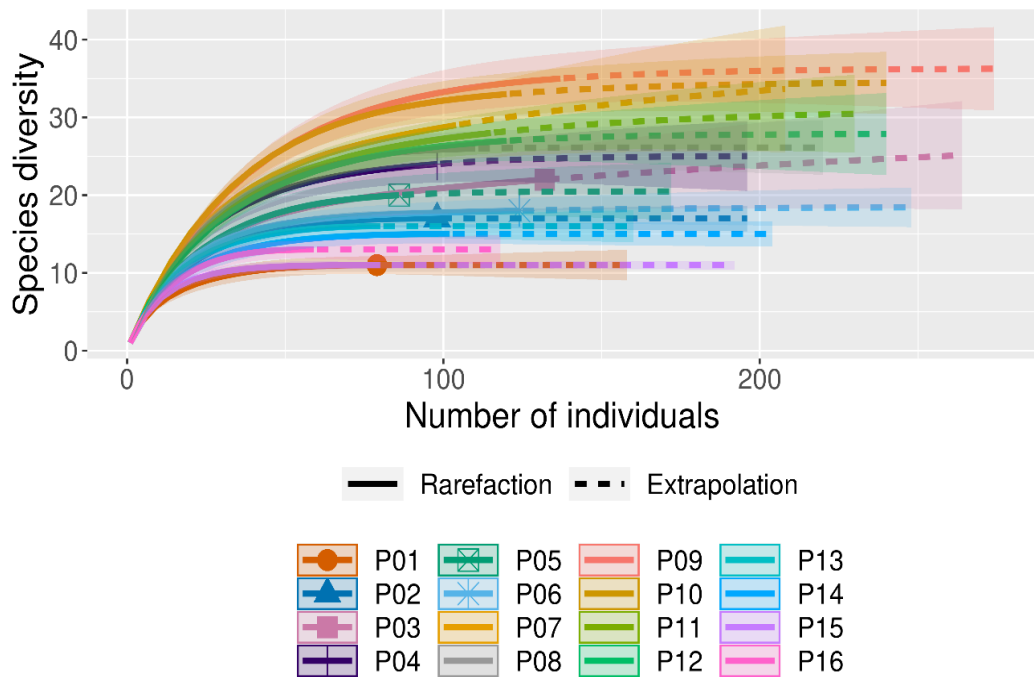
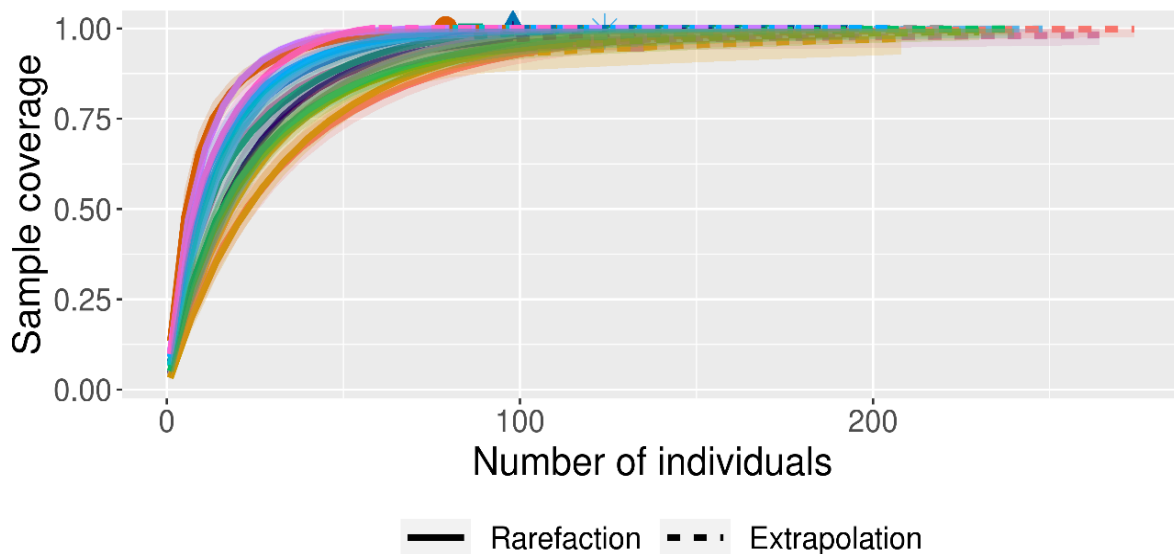


Figura 18

Cobertura de muestreo



En la Figura 19 se aprecia la eficiencia del muestreo, para P01 bastaría contar 50 individuos para llegar al 99% de eficiencia de muestreo, los 29 individuos incrementarían en 1% la eficiencia de muestreo, por más que se incorpore unidades muestrales (línea punteada, es decir si se realiza una extrapolación) no se identificara a más especies. Además, con el 50 % de cobertura de muestreo que es 8 parcelas, se abarcaría el 99% de eficiencia, es decir que se obtendrían la misma cantidad de especies y solo reduciría la cantidad de individuos.

4.2. Estructura del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín.

4.2.1. Estructura horizontal

a) Distribución de clases diamétricas

Se realizó la distribución de clases diamétricas de las dos especies para cada zona, que fueron las más importantes según el IVI.

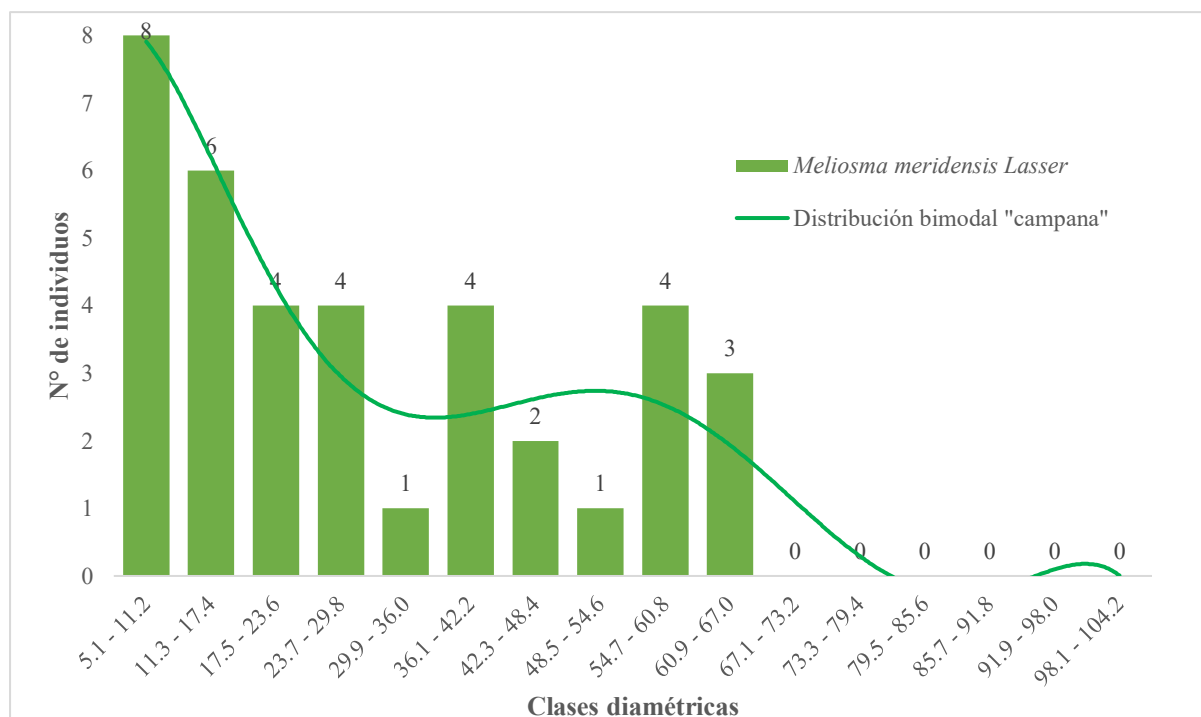
Zona baja. La distribución de clases diamétricas de los individuos de *Meliosma meridensis* Lasser se concentran la mayor cantidad en la primera clase (5.1 – 11.2 cm) con 8 individuos, seguidamente la segunda clase diamétrica (11.3 - 17.4 cm) con 6 individuos, donde hay una irregularidad en su distribución, mostrando como resultado al unir las frecuencias una gráfica en forma de campana.

Al interpretar la curva de distribución diamétrica de *Meliosma meridensis* Lasser, la disminución en el número de individuos en las clases de mayor diámetro puede estar relacionada con la mortalidad natural, donde solo un porcentaje pequeño llegan a alcanzar tamaños grandes debido a factores como la competencia, enfermedades y factores climáticos.

Además, la irregularidad que presenta en las clases diamétricas (36.1 - 42.2, 54.7 - 60.8 y 60.9 - 67.0 cm) puede indicar que hubo intervención como manejo humano, disturbios naturales (Cuéllar Cardozo et al., 2022).

Figura 19

Distribución diamétrica de individuos de Meliosma meridensis



La distribución diamétrica bimodal observada en *Meliosma meridensis* puede explicarse por diversos factores intrínsecos relacionados con su biología y ecología. Entre ellos destacan una estrategia reproductiva sincrónica, con eventos puntuales de regeneración que generan cohortes marcadas; una baja tasa de germinación debido a requerimientos específicos del sustrato o microclima; y un crecimiento lento que retrasa el paso de individuos a clases diamétricas intermedias. Además, la especie podría presentar alta mortalidad en etapas juveniles o medias, producción irregular de semillas, y una regeneración

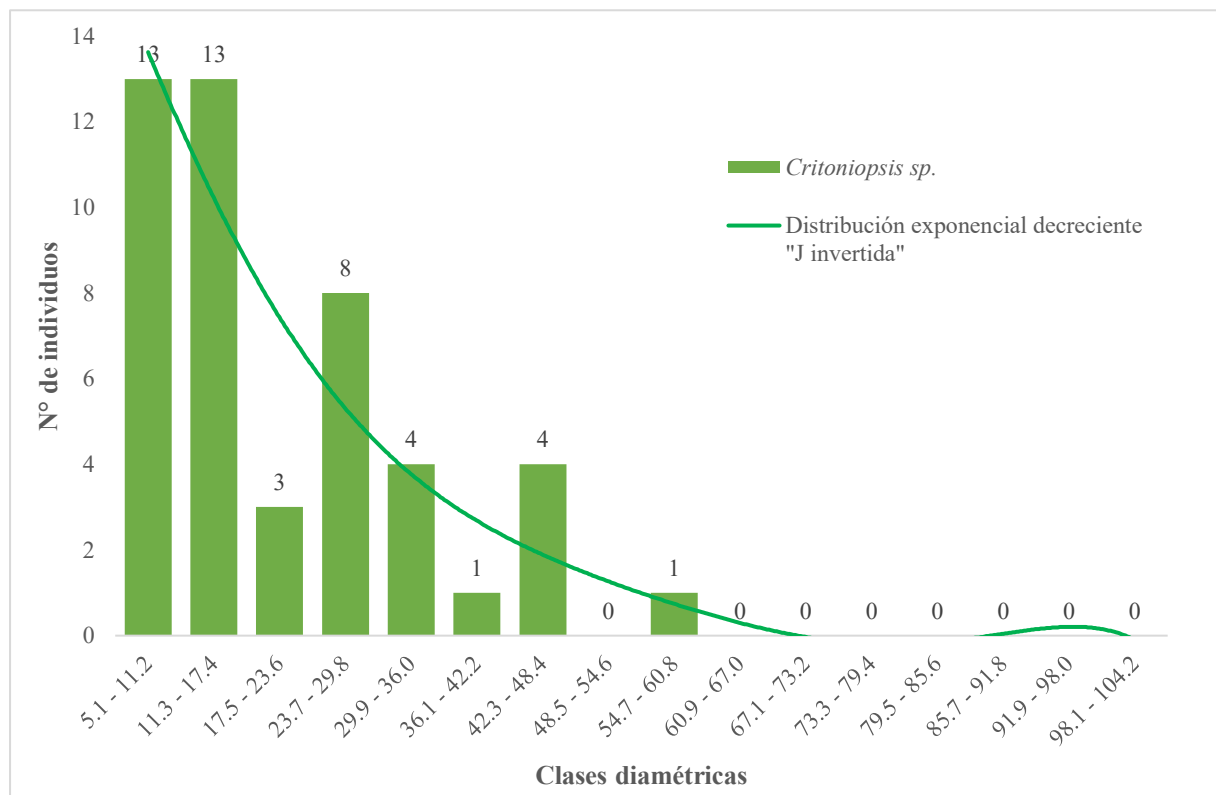
dependiente de aperturas del dosel, lo que interrumpe el reclutamiento continuo. Finalmente, su posible dispersión limitada por depender de vectores específicos o por baja movilidad de semillas restringe la colonización efectiva de nuevos espacios, contribuyendo a una estructura poblacional discontinua (Messeder et al., 2022).

La distribución de clases diamétricas de los individuos de *Critoniopsis sp.* se concentran la mayor cantidad en la primera y segunda clase (5.1 – 11.2 y 11.3 - 17.4 cm) con 13 individuos cada una, seguidamente la cuarta clase diamétrica (23.7 - 29.8 cm) con 8 individuos, donde hay una disminución y aumento de individuos en su distribución en la tercera y sexta clase diamétrica, mostrando como resultado al unir las frecuencias una gráfica en forma de “J” invertida.

Al interpretar la curva de distribución diamétrica de *Critoniopsis sp.* indica que la especie tiene una regeneración activa y constante, caracterizada por una alta densidad de individuos jóvenes de pequeño diámetro. Este patrón sugiere que la especie es capaz de regenerarse eficientemente, asegurando su presencia continua en el ecosistema. La elevada cantidad de individuos jóvenes sugiere una competencia intensa por recursos como luz y nutrientes en las etapas iniciales de crecimiento, resultando en una alta mortalidad juvenil, con solo unos pocos individuos alcanzando tamaños mayores. La presencia de individuos en casi todas las clases diamétricas, aunque en menor cantidad en las clases superiores, señala una estructura equilibrada, fundamental para la estabilidad y sostenibilidad del ecosistema a largo plazo (Pond & Froese, 2015).

Figura 20

Distribución diamétrica de individuos de Critoniopsis sp.



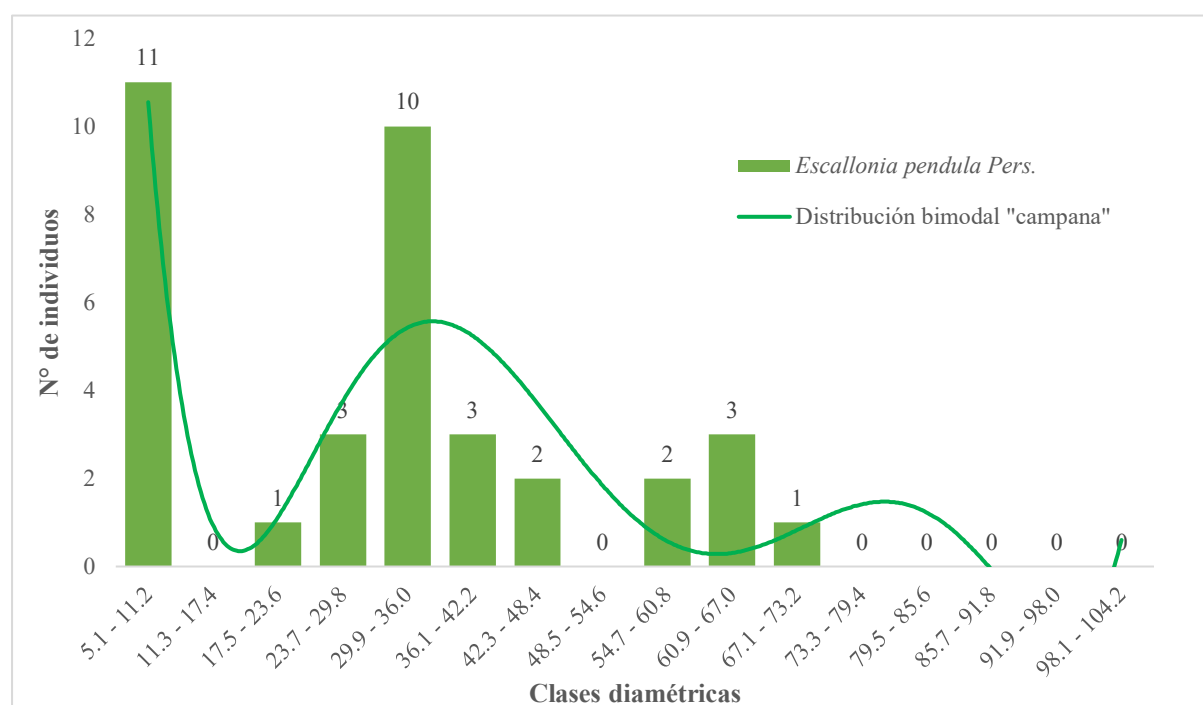
Zona media. La distribución diamétrica de los individuos de *Escallonia pendula* Pers. la mayor cantidad se concentran en la primera clase diamétrica (5.1 – 11.2 cm) con 11 individuos, seguidamente la quinta clase diamétrica (29.9 - 36.0 cm) con 10 individuos, donde siete clases diamétricas no presentan individuos, mostrando como resultado al unir las frecuencias una gráfica que se asemeja a una campana.

Al interpretar la curva de distribución diamétrica de *Escallonia pendula* Pers. se puede observar tres picos altos donde se debe a la coexistencia de tres cohortes distintas de individuos. Esto puede estar relacionado con episodios de regeneración en momentos diferentes. Cada pico podría reflejar una respuesta a perturbaciones ambientales, como

incendios, talas selectivas o cambios en las condiciones climáticas, que han permitido el establecimiento de nuevos individuos en diferentes periodos. La presencia de estas tres cohortes sugiere también una estructura forestal heterogénea, con distintas edades y tamaños de árboles coexistiendo, lo que es indicativo de un ecosistema diverso y resiliente. También reflejan momentos específicos de éxito en la regeneración y crecimiento, posiblemente relacionados con condiciones favorables en el microhábitat o una disminución en la competencia interespecífica durante esos periodos (Jucker et al., 2015).

Figura 21

Distribución diamétrica de individuos de Escallonia pendula

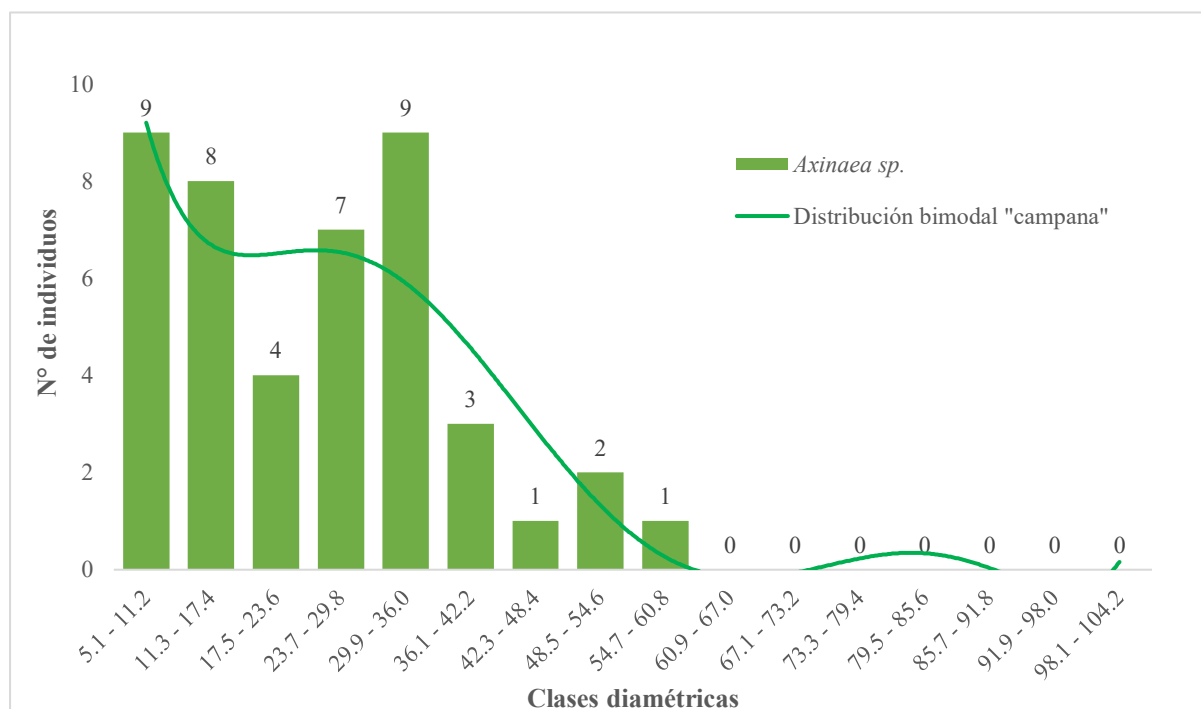


La distribución diamétrica de los individuos de *Axinaea sp.* la mayor cantidad se concentran en la primera y quinta clase diamétrica (5.1 – 11.2 y 29.9 - 36.0 cm) con 9 individuos cada uno, seguidamente la segunda clase diamétrica (11.3 - 17.4 cm) con 8

individuos, donde siete clases diamétricas no presentan individuos, mostrando como resultado al unir las frecuencias una gráfica que se asemeja a una campana.

Figura 22

Distribución diamétrica de individuos de Axinaea sp.



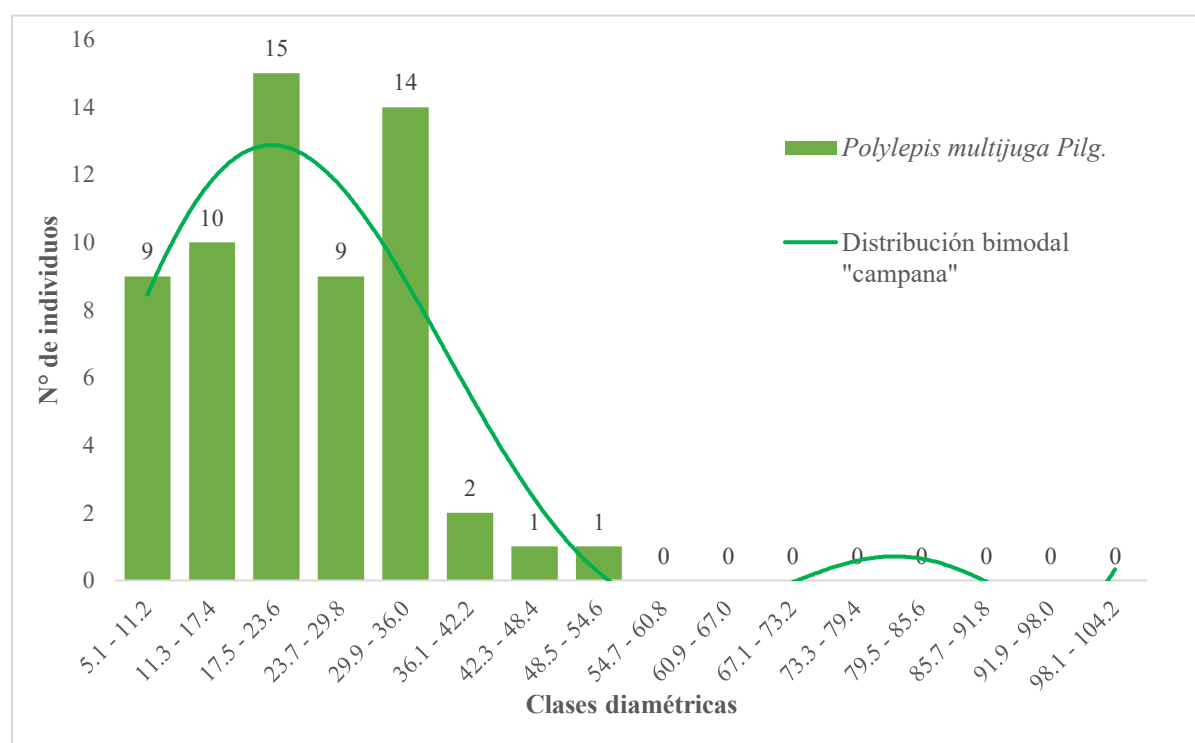
Al interpretar la curva de distribución diamétrica de *Axinaea sp.* se puede observar dos picos más altos donde indican eventos de regeneración masivo en diferentes períodos, probablemente después de perturbaciones ambientales y antrópicas que favorecen la regeneración de esta especie en esos momentos. Además, la ausencia de individuos en las últimas siete clases diamétricas indica una alta mortalidad en etapas avanzadas de crecimiento, posiblemente debido a la competencia intensa por recursos o condiciones ambientales adversas que impiden que los árboles alcanzan tamaños mayores. También las condiciones específicas del hábitat pueden favorecer la supervivencia y crecimiento en

ciertos periodos, pero no sostienen el desarrollo continuo hacia clases diamétricas más grandes (Sagástegui Alva et al., 2010a).

Zona alta. La distribución diamétrica de los individuos de *Polylepis multijuga* Pilg. la mayor cantidad se concentran en la tercera clase diamétrica (17.5 - 23.6 cm) con 15 individuos representando el 24.6 %, seguidamente la quinta clase diamétrica (29.9 - 36.0 cm) con 14 individuos (23 %), donde las ocho últimas clases diamétricas no presentan individuos, mostrando como resultado una gráfica que se asemeja a una campana.

Figura 23

Distribución diamétrica de individuos de Polylepis multijuga



Al interpretar la curva de distribución diamétrica individuos de *Polylepis multijuga* Pilg. indica que hubo un reclutamiento temporal o un evento de regeneración

significativo que ocurrió en el pasado, dando lugar a un número alto de individuos que han crecido hasta alcanzar un tamaño intermedio. También, que las condiciones del hábitat han sido favorables durante un periodo prolongado, permitiendo que muchos árboles crecen hasta tamaños intermedios antes de enfrentar limitaciones. Además, la competencia por recursos puede haber reducido la cantidad de individuos en las clases diamétricas más extremas, ya que solo aquellos en el tamaño intermedio han tenido éxito en sobrevivir y desarrollarse (Vásquez Salazar, 2024).

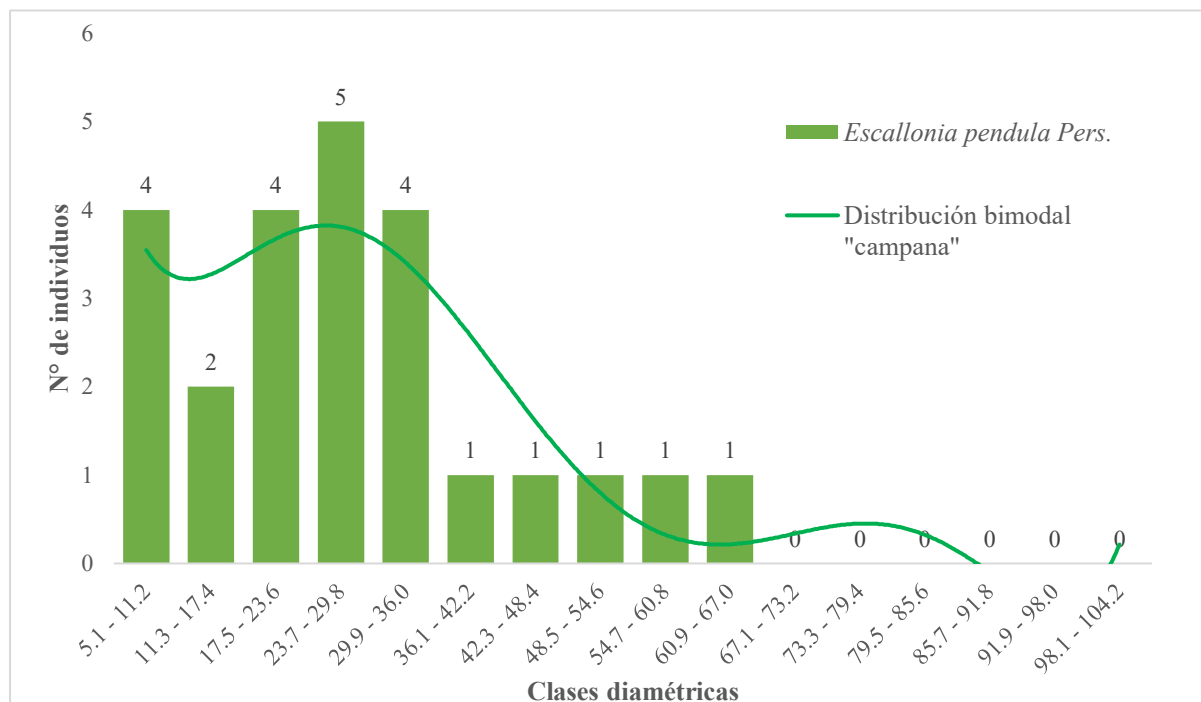
La distribución diamétrica de los individuos de *Escallonia pendula* Pers. la mayor cantidad se concentran en la cuarta clase diamétrica (23.7 - 29.8 cm) con 5 individuos representando el 20.8 %, seguidamente la primera, tercera y quinta clase diamétrica (5.1 - 11.2, 17.5 - 23.6 y 29.9 - 36.0 cm) con 4 individuos cada uno (16.7 % c/u), donde las seis últimas clases diamétricas no presentan individuos, mostrando como resultado una gráfica que se asemeja a una campana.

Al interpretar la curva de distribución diamétrica de *Escallonia pendula* Pers. los dos picos más altos en las clases diamétricas pequeñas indican que ha habido al menos dos episodios de regeneración exitosos en tiempos recientes. Estas cohortes han podido establecerse en el gradiente gracias a condiciones favorables, como la disposición de luz y nutrientes. La alta densidad en las primeras clases diamétricas muestra que estos individuos están compitiendo intensamente por recursos. Esto podría llevar a una elevada mortalidad juvenil. Además, la falta de individuos en las últimas seis clases diamétricas podría deberse a factores como la alta mortalidad en etapas posteriores del desarrollo debido a la competencia por recursos, o posiblemente a prácticas de manejo (tala selectiva). También puede reflejar

que las condiciones ambientales no han sido favorables para que los árboles alcancen tamaños mayores (Dibán & Hinojosa, 2024).

Figura 24

Distribución diamétrica de individuos de Escallonia pendula Pers.

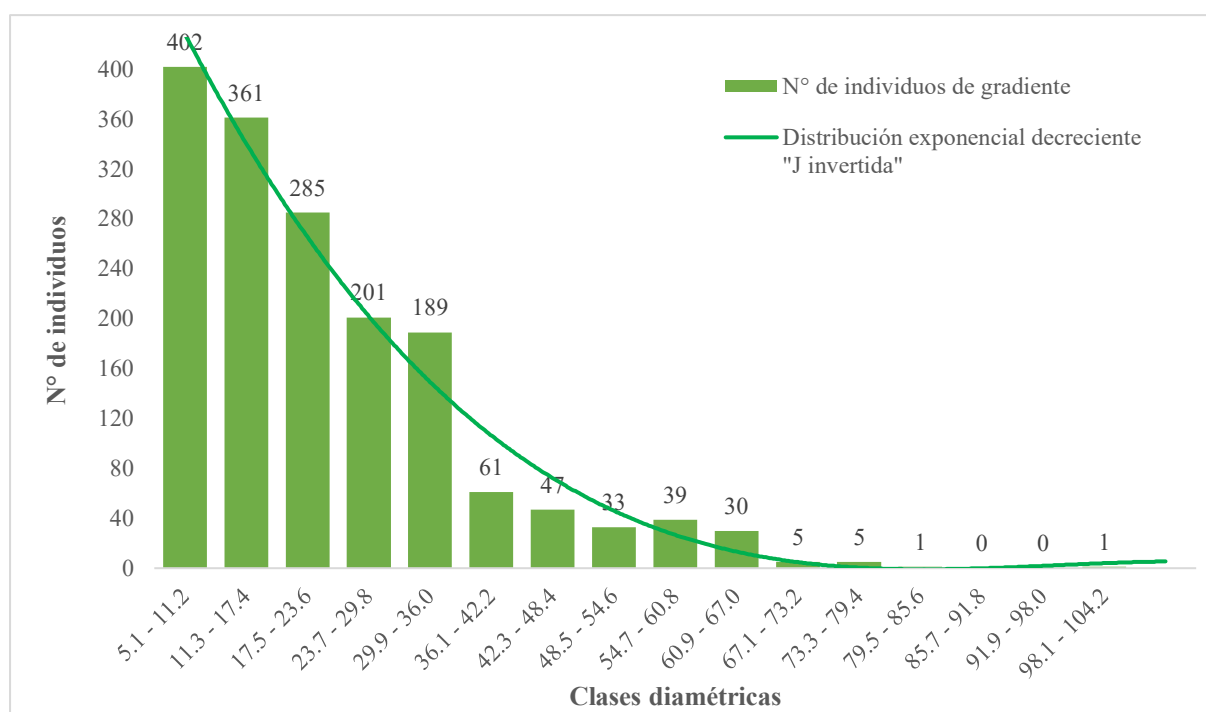


Además, para tener un entendimiento global del bosque montano se graficó la distribución de clases diamétricas de todos los individuos registrados en la gradiente altitudinal, donde al trazar la línea de tendencia por sobre las barras de frecuencias la distribución de las clases diamétricas fue una curva que tomó la apariencia asemejada a una “J invertida”, debido a que, las tres primeras clases diamétricas concentran el 63 % de individuos (1048), mientras que va aumentando el tamaño del diámetro disminuye la cantidad de individuos. De las 63 especies presentes en la gradiente altitudinal, las que no estuvieron en la clase diamétrica con mayor número de individuos fueron: *Ceroxylon sp.*, *Palicourea*

amethystina DC., *Persea subcordata* (Ruiz & Pav.) Nees, *Saurauia peruviana* Buscal. y *Weinmannia elliptica* Kunth.

Figura 25

Distribución de clases diamétricas del Bosque Montano en una gradiente altitudinal del distrito Chadín



Interpretando la gráfica de la distribución de clases diamétricas del total de individuos de la gradiente altitudinal, se puede decir que tiene una función exponencial decreciente “J invertida” lo cual es característico de bosques tropicales, esto indica que hay una regeneración continua del bosque donde la mortalidad juvenil es alta y pocos individuos alcanzan clases diamétricas mayores. Lo cual podría estar influenciado por factores como la competencia intensa por la luz y nutrientes, además en la Figura 26 refleja una estructura poblacional desigual, donde los individuos jóvenes predominan sobre los adultos. Esto indica

que el bosque está en una etapa de sucesión temprana o media, o que hubo perturbaciones que ha eliminado individuos más viejos (Acosta et al., 2006; CATIE, 2001b; Kimmins, 2004).

b) Componentes del IVI

b.1 Abundancia relativa

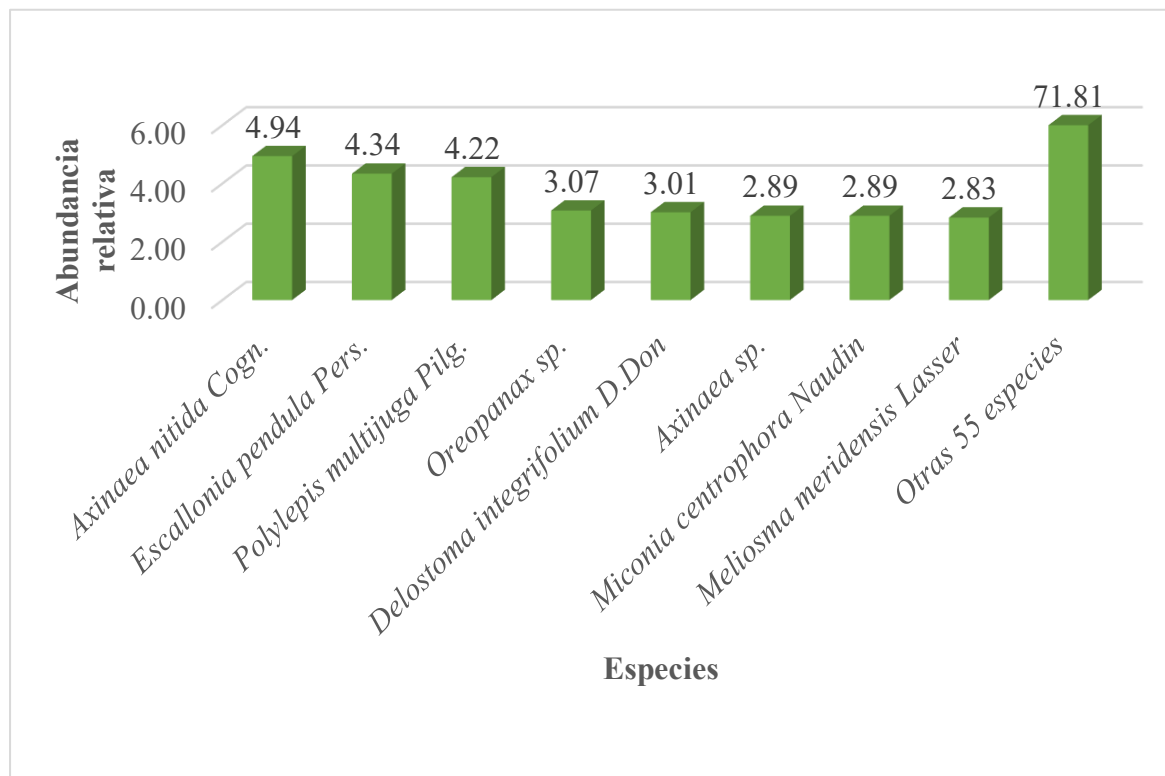
Del total de los 1660 individuos, distribuidos en 63 especies, la abundancia relativa se encuentra en el rango de 4.94 a 0.12 %. Las más abundantes fueron: *Axinaea nitida* Cogn. con 4.94 % (82 individuos), *Escallonia pendula* Pers. con 4.34 % (72 individuos), *Polylepis multijuga* Pilg. con 4.22 % (70 individuos), *Oreopanax sp.* con 3.07 % (51 individuos) y *Delostoma integrifolium* D.Don con 3.01 % (50 individuos); representando el 19.58 % del total de individuos, mientras que el 80.42 % restante, corresponde a 58 especies restantes con menor número de individuos. Además, la especie que tiene la abundancia más baja es *Maytenus macrocarpa* Briq. con 0.12 % (2 individuos).

Axinaea nitida Cogn. es la especie con más abundancia en la gradiente altitudinal, puede estar influenciado a que se encuentra bien adaptada a las condiciones específicas de la gradiente, como la altitud, el clima y el tipo de suelo. Esto le permite competir eficazmente con las demás especies. Además, la especie tiene una alta tasa de propagación y regeneración, lo que permite mantener una población estable y abundante en la gradiente. La especie puede ser más resistente a amenazas y enfermedades, plagas y cambios climáticos lo que permite sobrevivir y prosperar en condiciones adversas. La interacción con otras especies, como polinizadores y dispersores de semillas, puede favorecer la abundancia de la especie en la gradiente (Burga et al., 2020; Sagástegui et al., 2010b).

La baja abundancia de *Maytenus macrocarpa* Briq. se debe a que su hábitat natural es netamente de la selva, por lo cual su existencia en la gradiente del bosque montano es muy baja, su presencia puede deberse a varios factores: los bosques montanos presentan microclimas que imitan las condiciones de la selva amazónica, permitiendo que la especie se adapte y crezca en estos entornos. Además, las aves y otros animales pueden haber dispersado las semillas, permitiendo que la especie se establezca en estos hábitats y finalmente la adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, lo que permite que sobreviva y crezca en una gran variedad de hábitats, incluyendo a la gradiente del bosque montano (Jiménez Grados et al., 2020).

Figura 26

Abundancia relativa del Bosque Montano de Chadín



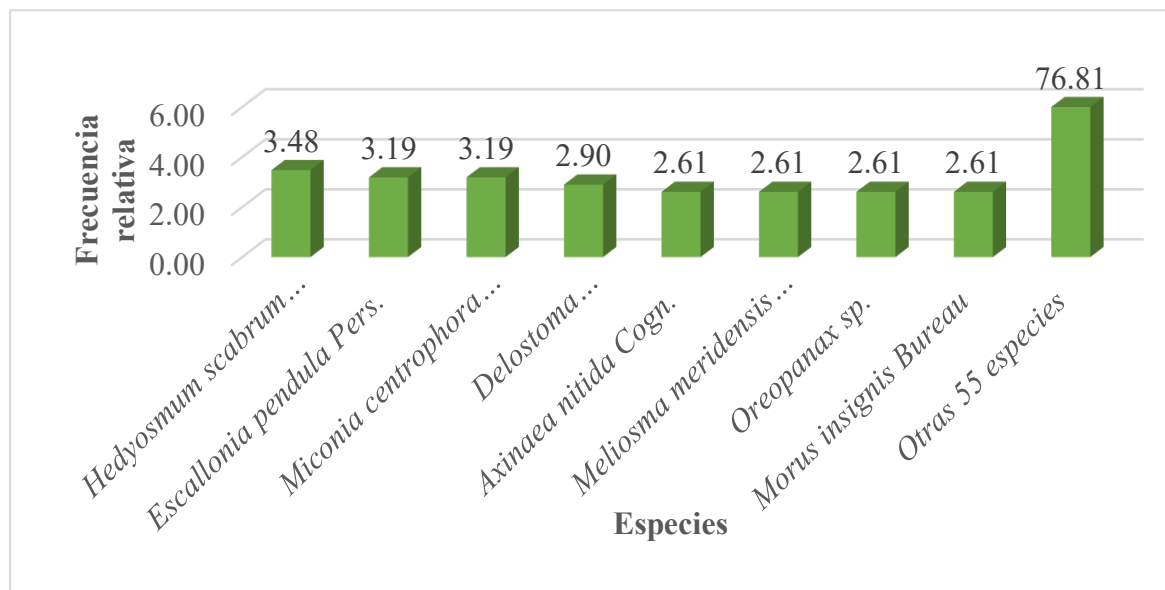
b.2 Frecuencia relativa

La variación de la frecuencia relativa se encuentra en un rango de 3.48 a 0.29 %. Las especies más frecuentes fueron: *Hedyosmum scabrum* Solms 3.48 % (12 parcelas), *Escallonia pendula* Pers. y *Miconia centrophora* Naudin 3.19 % (11 parcelas c/u) y *Delostoma integrifolium* D.Don 2.90 % (10 parcelas); mostrando que son las especies que están mejor distribuidas en el área de estudio. Las 59 especies restantes se encontraron presentes en menos de 10 parcelas, además, ninguna especie se encontró presente en las 16 parcelas, al contrario, solamente *Maytenus macrocarpa* Briq. se registró en tan solo una parcela.

La alta frecuencia de *Hedyosmum scabrum* Solms puede estar influenciado por factores ecológicos como: la adaptabilidad de la especie a diferentes condiciones de luz, humedad y suelo, tolerancia a la sombra ya que puede crecer en condiciones de sombra, lo que permite ocupar espacios en el sotobosque; factores biológicos como: reproducción efectiva ya que produce frutos y semillas abundantes, lo que facilita su dispersión y colonización, también a la facilidad de crecer rápidamente en condiciones favorables, lo que permite ocupar espacios vacantes (Añazco Urbina et al., 2021).

Figura 27

Frecuencia relativa del Bosque Montano de Chadín



b.3 Dominancia relativa

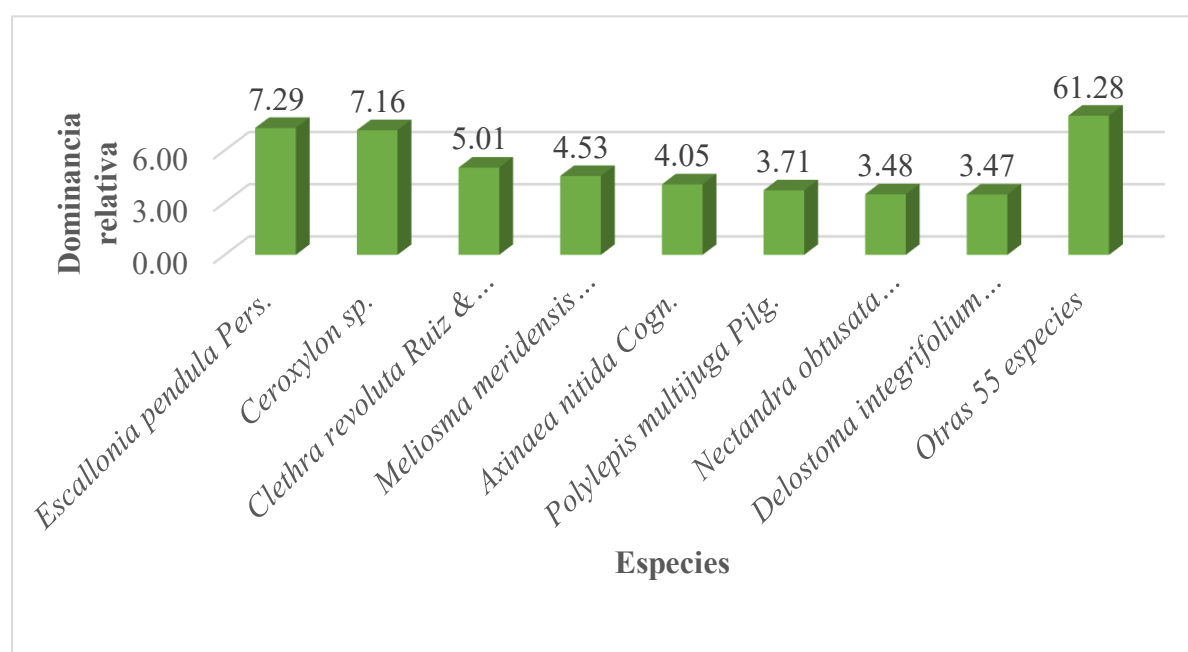
La dominancia relativa en términos de área basal se encuentra en el rango de 7.29 a 0.01 %. Para el total de individuos de la gradiente fue de 90.84 m², las especies con mayor área basal fueron: *Escallonia pendula* Pers. con 6.63 m² (7.29 %), *Ceroxylon sp.* con 6.51 m² (7.16 %), *Clethra revoluta* Ruiz & Pav. con 4.56 m² (5.01%), *Meliosma meridensis* Lasser con 4.12 m² (4.53 %) y *Axinaea nitida* Cogn. con 3.68 m² (4.05 %); representando el 28.06 % del área basal total, mientras que el 71.94 % restante, constituyen a otras 58 especies con 65.35 m², además, la especie que tiene la menor área basal es *Maytenus macrocarpa* Briq. con el 0.01 % del área basal total.

La alta dominancia de *Escallonia pendula* Pers. puede indicar que la especie ocupa una mayor superficie del área total de la gradiente. Es decir, que no solo es abundante, sino

que sus individuos tienen un tamaño considerable, contribuyendo significativamente a la estructura de la gradiente. Además, la alta dominancia indica que la especie juega un rol importante en la dinámica del bosque (fijadora de nitrógeno), influenciando factores como la disponibilidad de luz, nutrientes y espacio, además de proporcionar un hábitat y recursos para otras especies (Morales Betancourt, 2018).

Figura 28

Dominancia relativa del Bosque Montano de Chadín



b.4 Índice de valor de importancia (IVI).

El IVI de las 63 especies registradas varió desde 4.94 a 0.14 %, donde las que tienen mayor peso ecológico o importancia son: *Escallonia pendula* Pers. con 4.94 %, *Axinaea nitida* Cogn. con 3.87 %, *Ceroxylon sp.* con 3.47 %, *Meliosma meridensis* Lasser y *Polylepis multijuga* Pilg. con 3.32 %, *Clethra revoluta* Ruiz & Pav. 3.23 %, representando el 22.14 %

del IVI total; además, la especie con menor importancia es *Maytenus macrocarpa* Briq. con 0.14.

Figura 29

Índice de valor de importancia del Bosque Montano de Chadín



Por lo tanto, *Escallonia pendula* Pers. obtuvo mayor peso ecológico, esto es debido a que es muy abundante y se puede encontrar en los 3 estratos de la gradiente y es dominante, donde los individuos más sobresalientes se encuentran en la zona media. *Axinaea nitida* Cogn. es la segunda más importante dentro de la gradiente, aunque no es la más dominante y mejor distribuida, pero su abundancia es quien le da el mayor peso ecológico. La tercera más importante es *Ceroxylon sp.* aunque no es una de las más abundantes, ni la más frecuente, pero su dominancia es quien le deja imponerse es este índice.

El valor de *Escallonia pendula* Pers. puede indicar que es una especie altamente competitiva y adaptable, capaz de prosperar bajo las condiciones de la gradiente. Su éxito puede estar relacionado con su capacidad de competir eficazmente por recursos como la luz, el agua y los nutrientes, así como su resistencia a enfermedades y factores abióticos. Además, la alta frecuencia y dominancia indica que es una especie común en el bosque, lo que puede influir en la estructura y composición de la comunidad vegetal y las interacciones ecológicas en el ecosistema (Burga Cieza et al., 2020).

Además, este índice nos permite reconocer la importancia de las distintas especies del bosque, en relación con su densidad poblacional, dominio espacial horizontal y a la amplitud de su distribución geográfica, esto nos quiere decir, que estima minuciosamente la adaptación de las especies a un tipo de bosque y determina a las especies que son representativas dentro de un área y a las que son poco importante “acompañantes”. Esto señala, que las especies pueden desarrollarse en un determinado rango de condiciones climáticas y ecológicas, sin embargo, existe una zona en la que se expresa todo su potencial genético y logran sus mejores individuos, esto indica que las condiciones de sitio son favorables para el desarrollo óptimo de estas especies (Acosta et al., 2006).

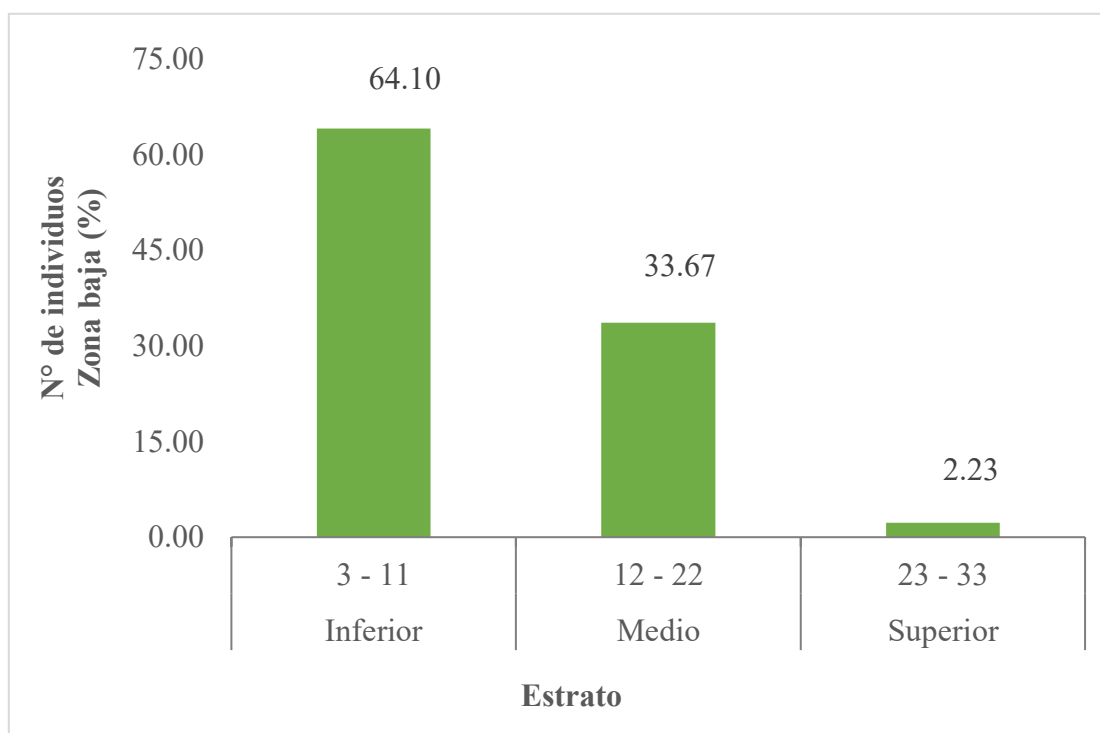
4.2.2. Estructura vertical

a) Distribución de alturas

Zona baja. En la ZB de la gradiente el estrato que concentró la mayor cantidad de individuos es el estrato inferior, con 316 individuos, que corresponde al 64.10 %, siendo las especies más representativas *Critoniopsis sp.* y *Oreopanax sp.*; seguidamente por el estrato medio con 166 individuos (33.67 %), con las especies más significativas *Critoniopsis sp.* y *Meliosma meridensis* Lasser y finalmente, el estrato superior con 11 individuos, representando el 2.23 % con las especies más sobresalientes *Ceroxylon sp.* y *Nectandra obtusata* Rohwer.

Figura 30

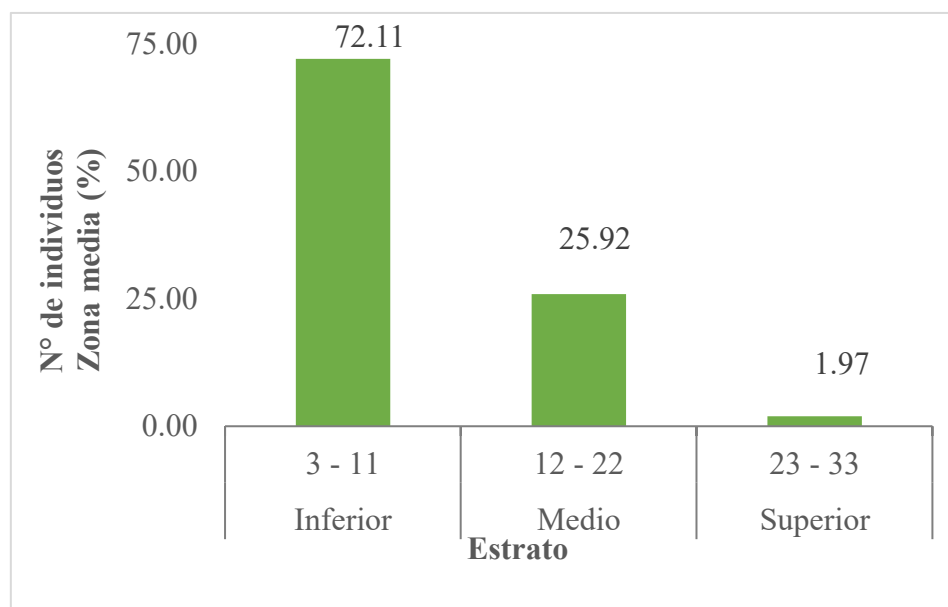
Distribución de alturas del estrato zona baja



Zona media. En la ZM de la gradiente el estrato que concentró la mayor cantidad de individuos es el inferior con 512, representando el 72.11 %, siendo las especies más resaltantes *Miconia centrophora* Naudin y *Axinaea sp.*; en segundo lugar, está el estrato medio con 184 individuos (25.92 %) con las especies significativas *Escallonia pendula* Pers. y *Axinaea sp.*; y finalmente el estrato superior con 14 individuos, representando el 1.97 % con sus especies *Ceroxylon sp.* y *Gordonia fruticosa* (Schrad.) H.Keng.

Figura 31

Distribución de alturas del estrato zona media

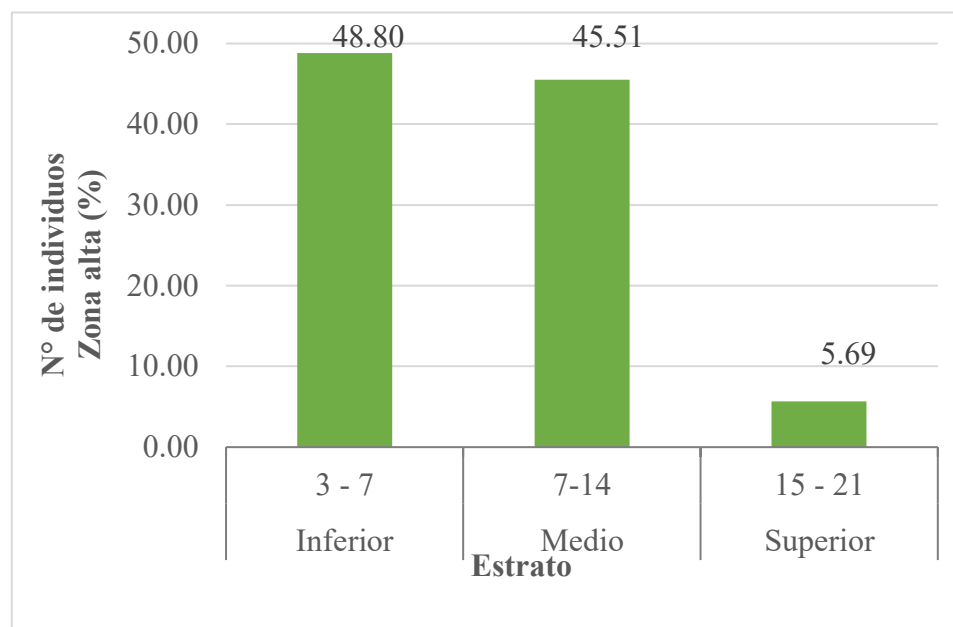


Zona alta. En la ZA de la gradiente, la mayor cantidad de individuos estuvo presente en el estrato inferior con 223 representando el 48.80 % con las especies más sobresalientes *Polylepis multijuga* Pilg. y *Monactis flaverioides* Kunth, seguido por el estrato medio con 208 individuos (45.51 %) con las especies más resaltantes *Polylepis multijuga* Pilg. y *Escallonia pendula* Pers.; finalmente, el estrato superior con 26 individuos, representando el

5.69 % con las especies más significativas *Weinmannia lentiscifolia* C.Presl y *Escallonia pendula* Pers.

Figura 32

Distribución de alturas del estrato zona alta



La mayor densidad de individuos en la distribución de alturas de los estratos de la gradiente altitudinal se encuentra en el estrato inferior, indicando que hay una alta regeneración de especies, particularmente en áreas intervenidas o que han sufrido perturbaciones como la tala selectiva o incendios. Además, el estrato inferior es un indicador de la resiliencia del ecosistema y su capacidad de adaptarse y recuperarse tras disturbios (Acosta et al., 2006).

Aguirre Mendoza et al. (2018) menciona que, al tener más individuos en el estrato inferior, los estratos superiores y medios crean condiciones de sombra que favorecen el crecimiento de especies esciófitas, y que muchas especies del bosque están adaptadas para

crecer en condiciones de competencia, permitiéndoles desarrollarse en los estratos inferiores y medios antes de llegar al dosel.

Las especies que predominan en el estrato inferior y medio (*Critoniopsis sp.*, *Escallonia pendula* Pers. y *Polylepis multijuga* Pilg.), esto indica que dichas especies son adaptadas a condiciones de luz baja y media, creciendo bajo el dosel y aprovechando la luz difusa que ingresa a través de las copas superiores de los árboles. Al ocupar los estratos inferior y medio, estas especies evitan la competencia directa con individuos que forman el dosel superior, diversificando así la utilización de recursos y ocupando nichos específicos. Además, su presencia en estos estratos contribuye a la complejidad y estabilidad de la gradiente proporcionando hábitats y recursos para una variedad de otras especies, incluyendo fauna y flora subterráneas y epífitas. Estas especies al registrarse en los estratos inferior y medio pueden tener adaptaciones específicas para regenerar y crecer en las condiciones de menor luz y mayor competencia (Perea Macedo, 2005).

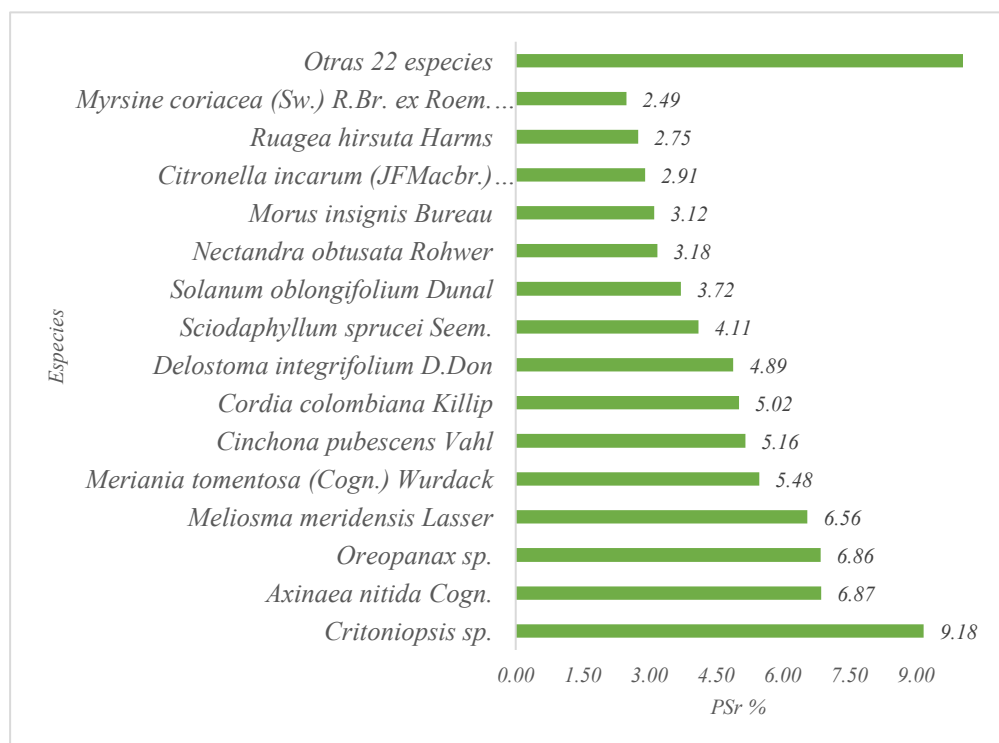
La estructura vertical de la gradiente altitudinal muestra un ecosistema con una alta densidad en el estrato inferior, lo que muestra una regeneración activa y una diversidad considerable. El estrato medio es menos significativo, indicando que la gradiente se encuentra en desarrollo o en una fase de sucesión intermedia. La menor densidad en el estrato superior puede reflejar la madurez del ecosistema, así como posibles influencias antrópicas que limitan el número de árboles grandes (Smith y Smith, 2007).

b) Posición sociológica (PSr %)

Zona baja. De las 37 especies registradas en el estrato ZB, la posición sociológica se encuentra en el rango de 0.06 a 9.18 %, las cuatro especies que presentaron mayor peso ecológico son: *Critoniopsis sp.* (9.18 %) con 26 y 21 individuos en el estrato inferior y medio respectivamente, *Axinaea nitida* Cogn. (6.87 %) con 23 y 9 individuos en el estrato inferior y medio respectivamente, las especies de *Oreopanax sp.* y *Meliosma meridensis* Lasser también son representativas dentro del bosque, registrando valores de 6.86 y 6.56 % respectivamente; donde la especie de *Meliosma meridensis* Lasser estuvo representada en los 3 substratos con 17 individuos en el estrato inferior, 18 en el estrato medio y 1 individuo en el estrato superior.

Figura 33

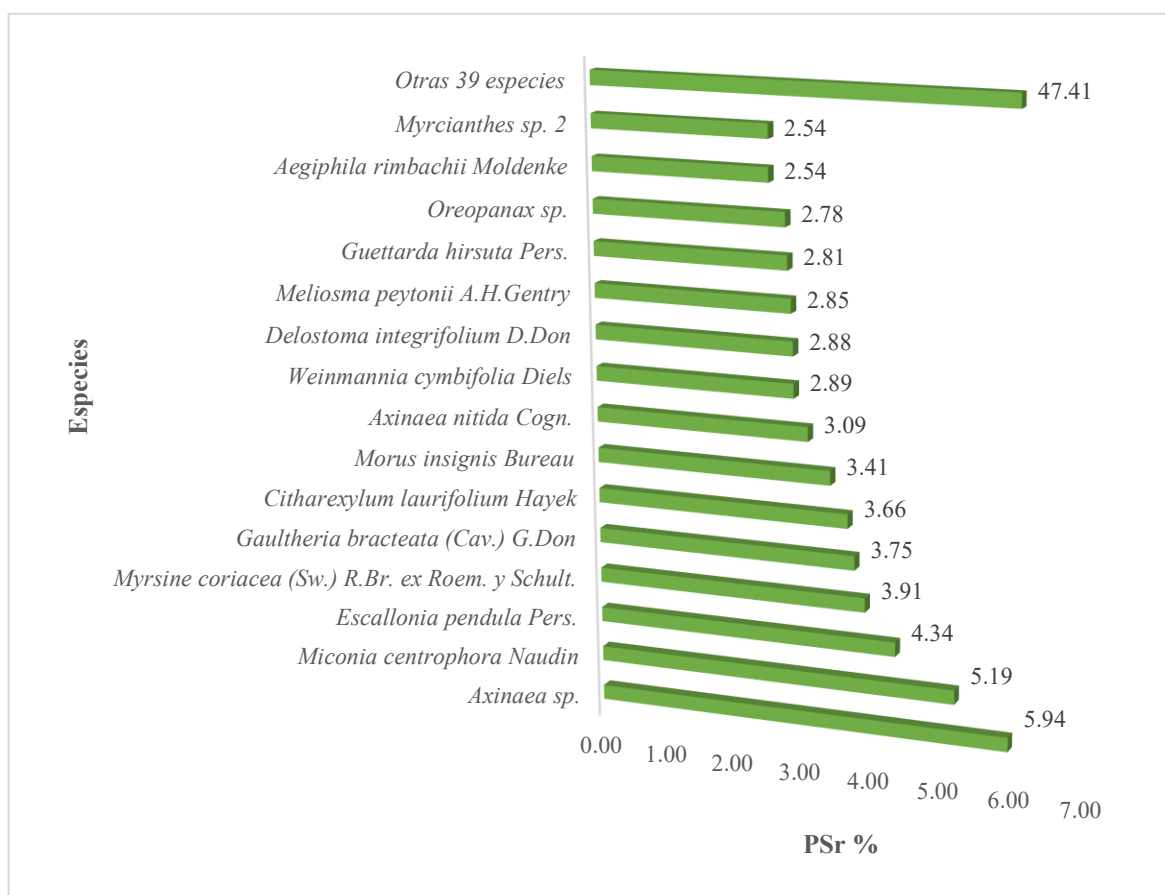
Posición sociológica del estrato zona baja



Zona media. De las 54 especies registradas en el estrato ZM, la posición sociológica se encuentra en el rango de 0.06 a 5.94 %, las cuatro especies con mayor posición sociológico-relativa son: *Axinaea* sp. (5.94 %) con 29 individuos en el estrato inferior y 15 en el estrato medio, *Miconia centrophora* Naudin (5.19 %) con solo 30 individuos en el estrato inferior, *Escallonia pendula* Pers. (4.34 %) con 19 individuos en el estrato inferior y 17 en el estrato medio y *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. y Schult. (3.91 %) con 19 individuos en el estrato inferior y 10 en el estrato medio, representando en conjunto el 19.4 %, mientras que el 80.6 % restante están representadas por 50 especies con valores menores a 3.7 %.

Figura 34

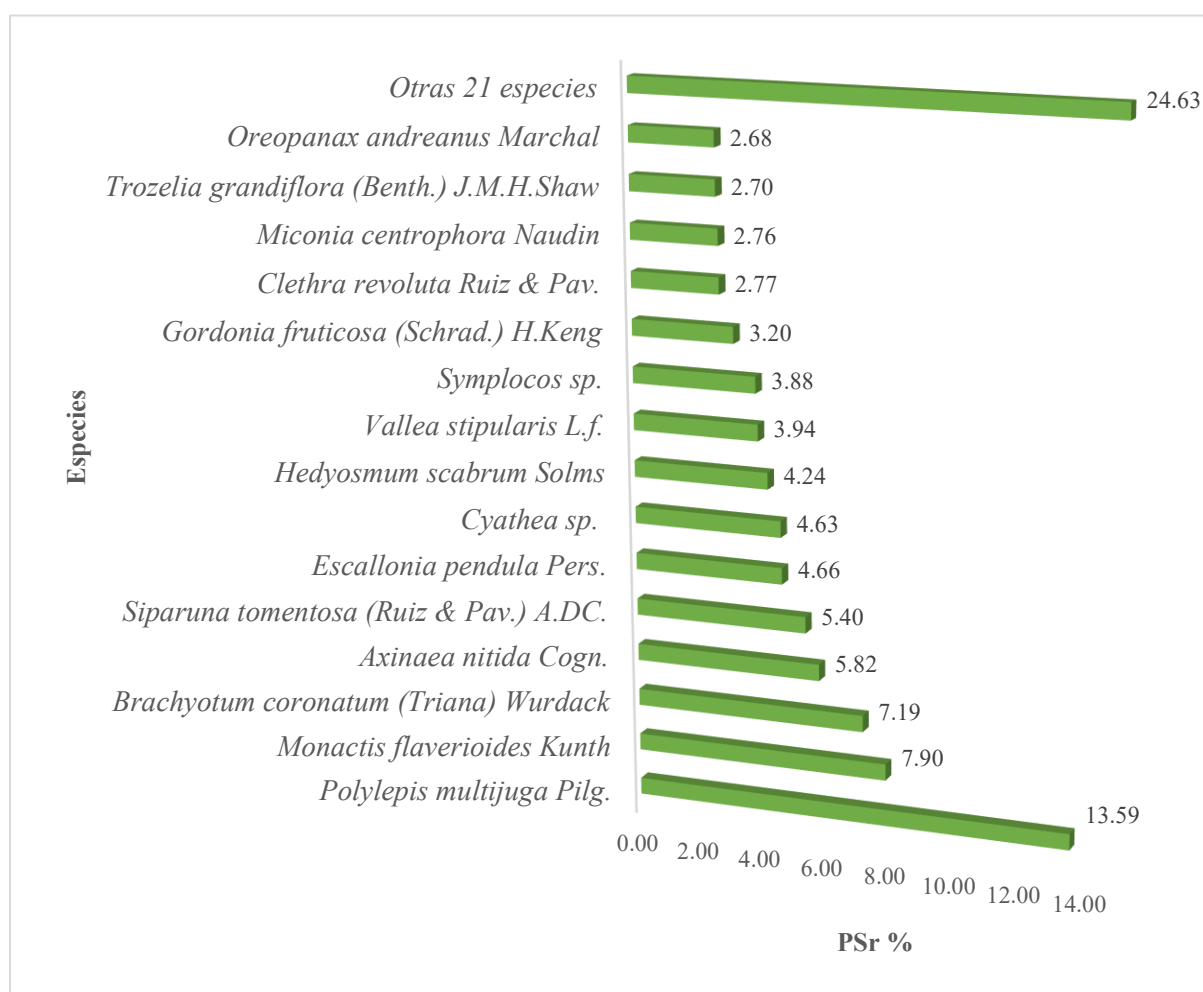
Posición sociológica del estrato zona media



Zona alta. De las 36 especies registradas en el estrato ZA, la posición sociológica se encuentra en el rango de 0.03 a 13.59 %, las tres mejores posicionadas en el perfil vertical son: *Polylepis multijuga* Pilg. (13.59 %) con 27 individuos en el estrato inferior, 32 en el estrato medio y 2 en el estrato superior, *Monactis flaverioides* Kunth (7.9 %) con 22 individuos en el estrato inferior y 12 en el estrato medio y *Brachyotum coronatum* (Triana) Wurdack (7.19 %) con 19 individuos en el estrato inferior y 12 en el estrato medio, las demás 36 especies cuentan con valores menores a 6 %.

Figura 35

Posición sociológica del estrato zona alta



La mayor cantidad de individuos de las diferentes especies mejores posicionadas en el perfil vertical de la gradiente, se concentran en el estrato inferior y medio, esto nos indica que las especies presentan una posición sociológica regular, por contener una mayor cantidad de individuos en el estrato inferior (Acosta et al., 2006; CATIE, 2001a). Además, sólo cuatro especies tienen individuos en todos los estratos es un indicio de su representatividad en la estructura de la comunidad forestal en todas las fases de su desarrollo. Las que no presentan esa cualidad o solo presentan individuos en las primeras etapas, no se regeneran en el bosque o es producto de la mortalidad natural, esto indica que podrían no estar presentes en la formación futura (Acosta et al., 2006).

La estructura vertical de la gradiente está determinada por las características de las especies que la componen y por las condiciones micro ambientales presente en los diferentes estratos de alturas; lo cual permite que especies con diferentes requerimientos de luz se ubiquen en los niveles que mejor satisfagan sus necesidades (CATIE, 2001a).

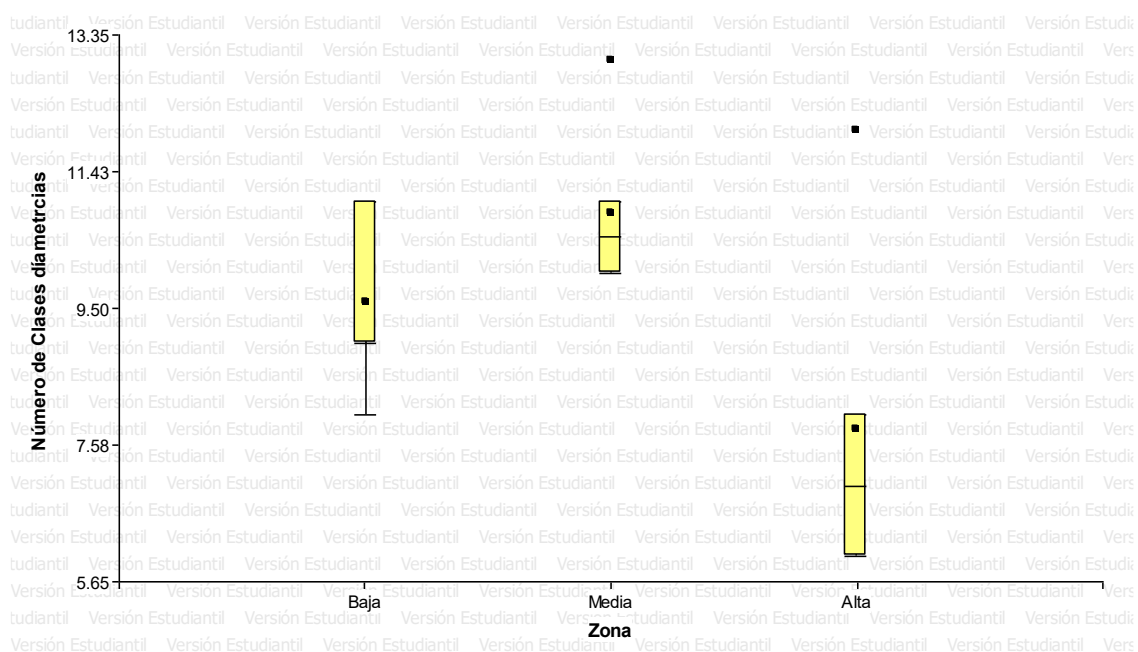
Por otra parte, las especies que no sobrepasan el estrato inferior, se puede deducir, que es muy probable que estas especies tengan un comportamiento del grupo de las esciófitas parciales, es decir, especies que toleran la sombra, en algunos casos requieren necesariamente de un grado elevado de iluminación para alcanzar el dosel y pasar de las etapas intermedias hacia la madurez, y en otros no tienen la capacidad de aumentar significativamente su crecimiento si se abre el dosel (Oyarzún et al., 2019).

En resumen, para una mejor visión de la estructura del bosque montano, se analizó las variables estructurales de cada estrato (número de clases diamétricas promedio, altura total promedio, altura dominante de cada estrato), para ver cuál es la variable que ayuda a estratificar al bosque.

Se puede observar en la Figura 37 que el estrato zona media es el que cuenta con más número de clases diamétricas promedio, es decir que hay más condiciones favorables para que las especies se desarrollen y así están distribuidas en varias clases.

Figura 36

Variable estructural (número de clases diamétricas) de estratos de la gradiente

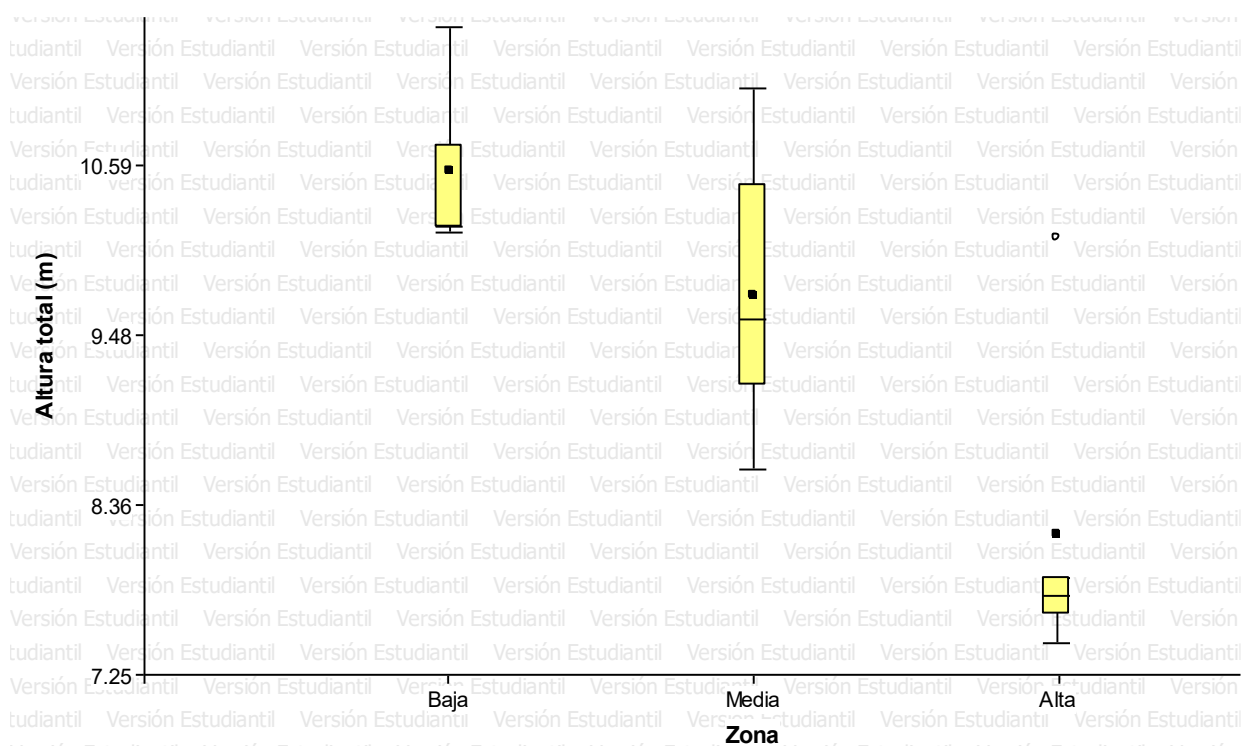


Con respecto a la altura total promedio, el estrato zona baja es el que tiene mayor valor con 10.59 m, se puede observar que no hay variación significativa en los estratos de zona baja y media, sin embargo, en el estrato zona alta la altura total de la vegetación va

disminuyendo, teniendo el valor promedio de 8.36 m. Con esto podemos corroborar que, en una gradiente altitudinal en bosques montanos la altura de los individuos va disminuyendo conforme aumenta la altitud de la gradiente (Guariguata y Kattan, 2003).

Figura 37

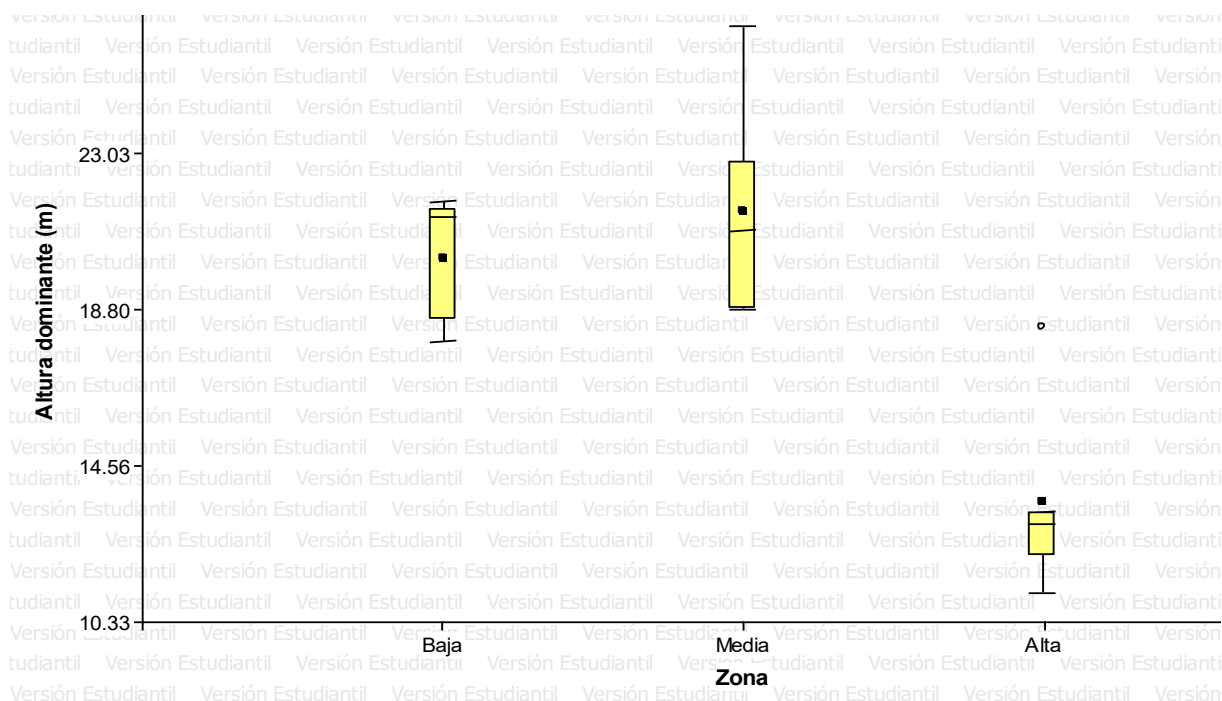
Variable estructural (altura total) de estratos de la gradiente



La altura dominante promedio de los estratos en la zona baja y media es 19.8 y 20.6 m respectivamente, es decir que no hay una variación significativa, sin embargo, en la zona alta tiene un valor de 14.45 m, indicando que hay una variación notable con respecto a los demás estratos.

Figura 38

Variable estructural (altura dominante) de estratos de la gradiente



4.3. Composición florística del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín.

4.3.1. Familia y número de especies

Zona baja. De las 24 familias del estrato ZB, la con mayor número de especies es: Lauraceae con 5 especies *Andea sp.*, *Nectandra discolor*, *Nectandra obtusata*, *Ocotea mandonii* y *Ocotea sp.* (13.51 %), Araliaceae, Melastomataceae y Myrtaceae con 3 especies (8.11 % c/u), Cunoniaceae, Primulaceae y Sabiaceae con 2 especies (5.41 % c/u), representando en conjunto el 54.05 %, mientras que el 45.95 % restante, corresponde a 17 familias con una especie cada una.

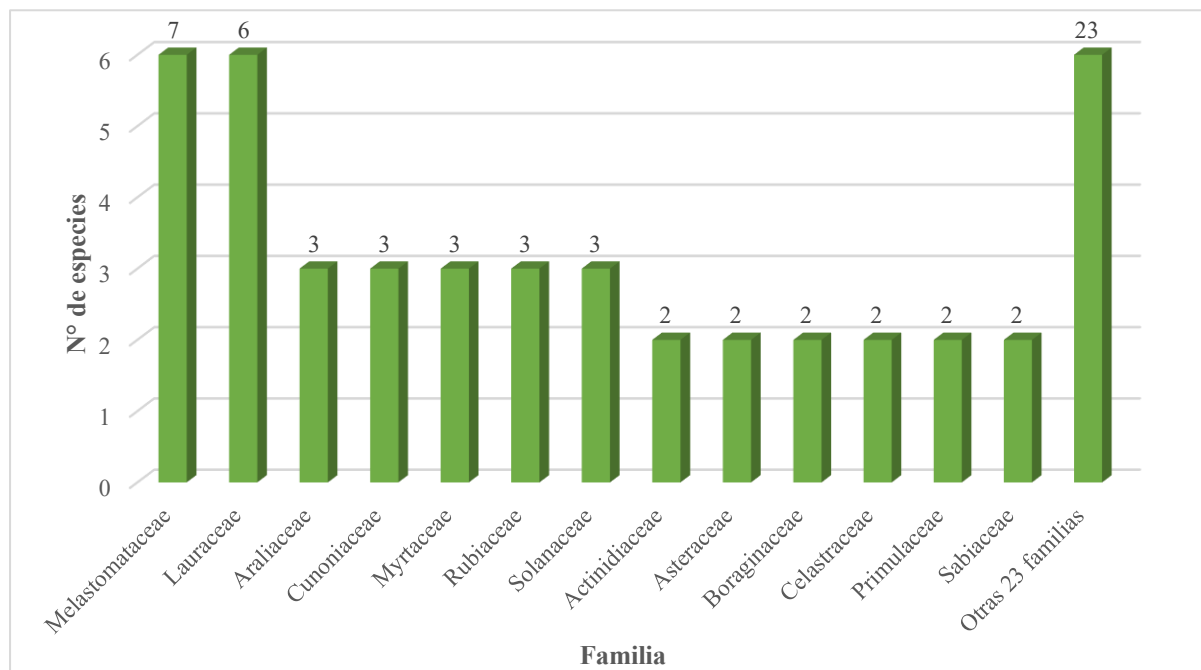
Zona media. De las 32 familias del estrato ZM, la con mayor número de especies es: Melastomataceae con 7 especies *Axinaea nitida*, *Axinaea sp.*, *Brachyotum coronatum*, *Meriania tomentosa*, *Miconia centrophora*, *Miconia hexámera* y *Miconia media* (12.96 %), Lauraceae con 5 especies (9.26 %), Araliaceae, Cunoniaceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Solanaceae con 3 especies (5.56 % c/u), Actinidiaceae y Sabiaceae con 2 especies (3.70 % c/u), representando en conjunto el 57.41 %, mientras que el 42.59 % restante, corresponde a 23 familias con una especie cada una.

Zona alta. De las 26 familias del estrato ZA, la con mayor número de especies es: Melastomataceae con 5 especies *Axinaea nitida*, *Axinaea sp.*, *Brachyotum coronatum*, *Miconia centrophora* y *Miconia media* (13.89 %), Lauraceae con 3 especies (8.33 %), Araliaceae, Cunoniaceae, Sabiaceae y Solanaceae con 2 especies (5.56 % c/u), representando en conjunto el 44.44 %, mientras que el 55.56 % restante, corresponde a 20 familias con una especie cada una.

Además, se realizó un análisis de las 36 familias de la gradiente altitudinal, las con mayor número de especies del área de estudio están representadas por: Melastomataceae con 7 especies *Axinaea nitida*, *Axinaea sp.*, *Brachyotum coronatum*, *Meriania tomentosa*, *Miconia centrophora*, *Miconia hexámera* y *Miconia media* (11.11 %), Lauraceae con 6 especies (9.52 %), Araliaceae, Cunoniaceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Solanaceae con 3 especies cada familia (4.76 % c/u), Actinidiaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Celastraceae, Primulaceae y Sabiaceae con 2 especies cada una (3.17 % c/u), representando en conjunto el 63.49 % en total de la gradiente, mientras que el 36.51 % restante, corresponde a 23 familias con una especie cada una.

Figura 39

Familia y número de especies de la gradiente

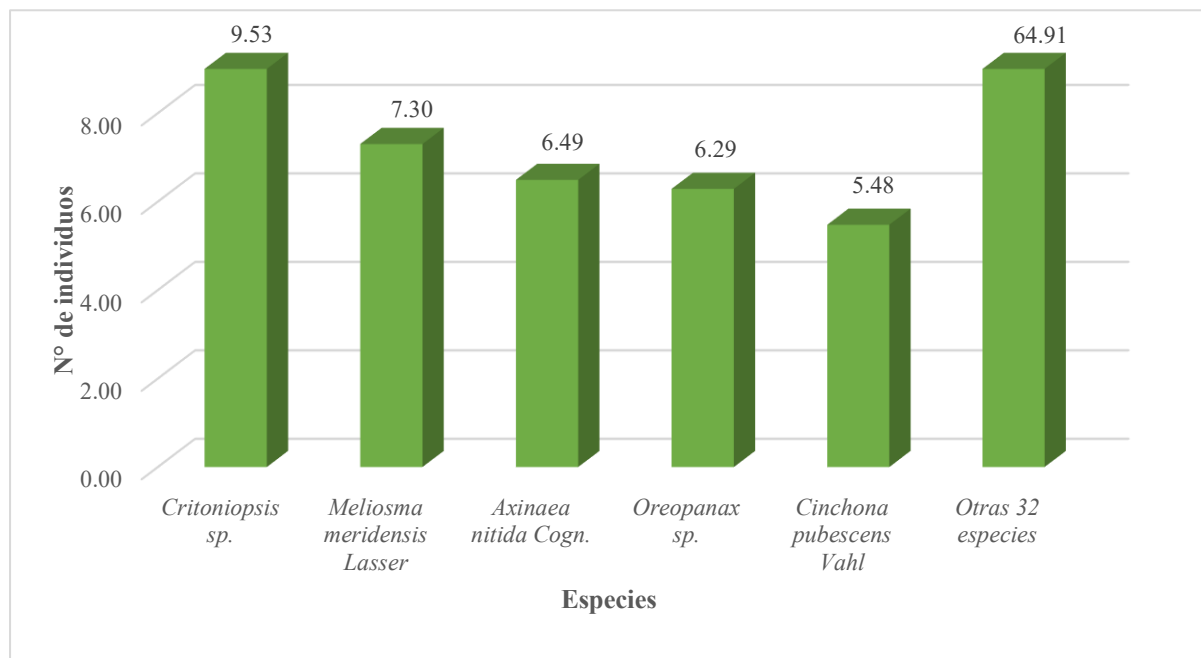


4.3.2. Especie y número de individuos

Zona baja. De las 37 especies del estrato ZB, las 5 especies con más número de individuos son: *Critoniopsis sp.* con 47 individuos (9.53 %), *Meliosma meridensis* Lasser con 36 individuos (7.30 %), *Axinaea nitida* Cogn. con 32 individuos (6.49 %), *Oreopanax sp.* con 31 individuos (6.29 %), *Cinchona pubescens* Vahl con 27 individuos (5.48 %), que en conjunto representan el 35.09 %, mientras que el 64.91 % restante, corresponde a 32 especies que presentan un menor número de individuos.

Figura 40

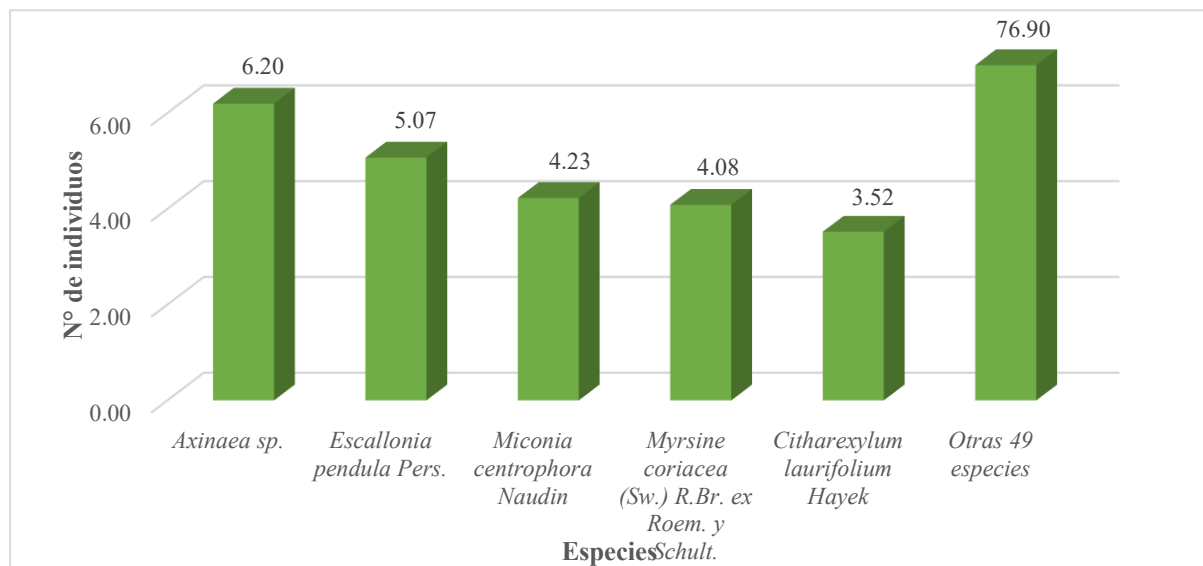
Especie y número de individuos del estrato zona baja



Zona media. De las 54 especies del estrato ZM, las 5 especies con más número de individuos son: *Axinaea* sp. con 44 individuos (6.20 %), *Escallonia pendula* Pers. con 36 individuos (5.07 %), *Miconia centrophora* Naudin con 30 individuos (4.23 %), *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. y Schult. con 29 individuos (4.08 %), *Citharexylum laurifolium* Hayek con 25 individuos (3.52 %), que en conjunto representan el 23.10 %, mientras que el 76.90 % restante, corresponde a 49 especies que presentan un menor número de individuos.

Figura 41

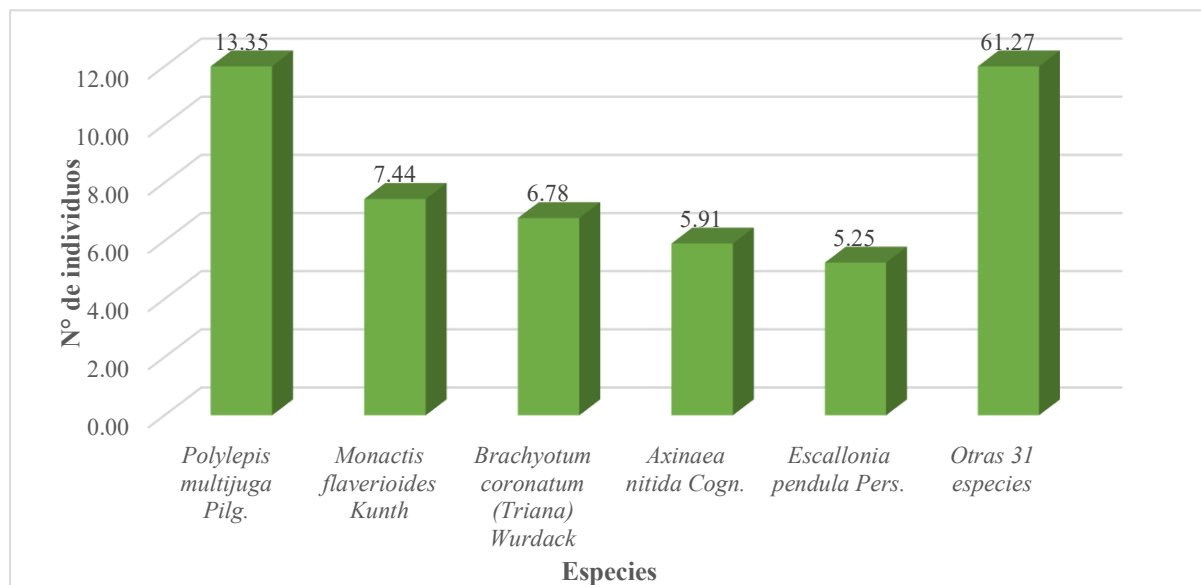
Especie y número de individuos del estrato zona media



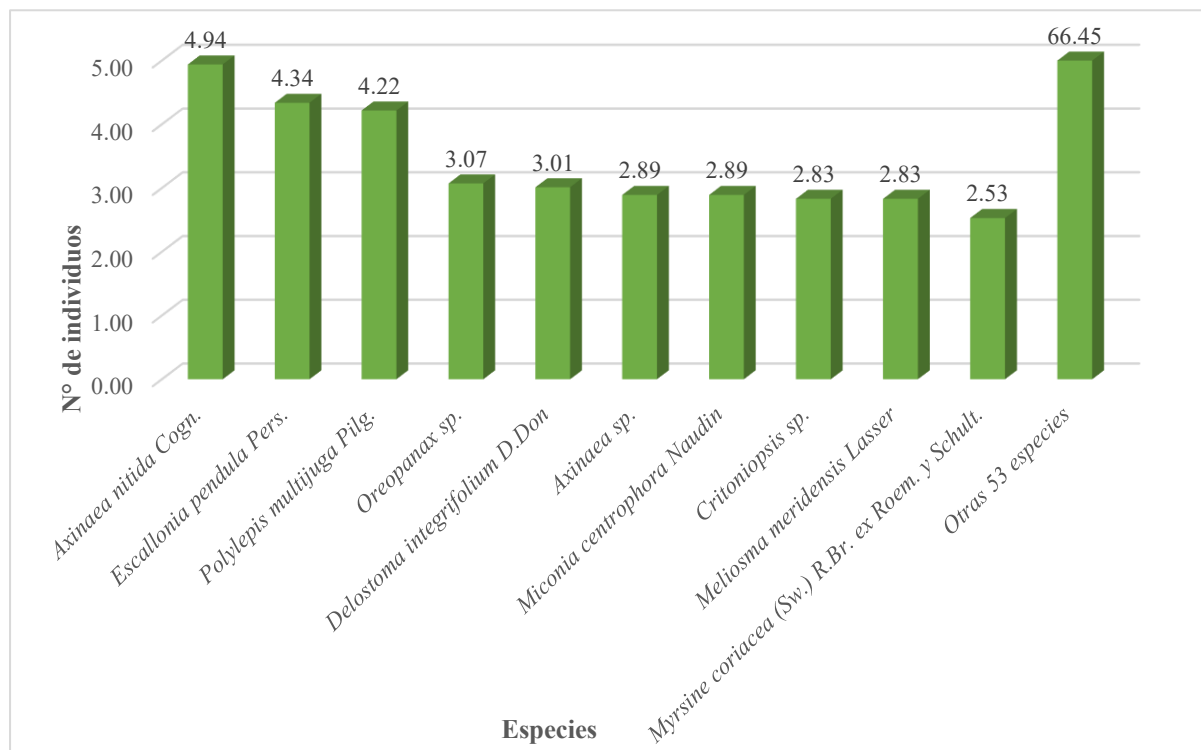
Zona alta. De las 36 especies del estrato ZA, las 5 especies con más número de individuos son: *Polylepis multijuga* Pilg. con 61 individuos (13.35 %), *Monactis flaverioides* Kunth con 34 individuos (7.44 %), *Brachyotum coronatum* (Triana) Wurdack con 31 individuos (6.78 %), *Axinaea nitida* Cogn. con 27 individuos (5.91 %), *Escallonia pendula* Pers. con 24 individuos (5.25 %), que en conjunto representan el 38.73 % del total de individuos de la zona alta, el 61.27 % restante, corresponde a 31 especies que presentan un menor número de individuos.

Figura 42

Especie y número de individuos del estrato zona alta



Al realizar un análisis global de gradiente altitudinal, las 10 más representativas son: *Axinaea nitida* Cogn. con 82 individuos (4.94 %), *Escallonia pendula* Pers. con 72 (4.34 %), *Polylepis multijuga* Pilg. con 70 individuos (4.22 %) *Oreopanax sp.* con 51 individuos (3.07 %), *Delostoma integrifolium* D.Don con 50 individuos (3.01 %), *Axinaea sp.* y *Miconia centrophora* Naudin con 48 individuos cada una (2.89 % c/u), *Critoniopsis sp.* y *Meliosma meridensis* Lasser con 47 individuos cada una (2.83 % c/u) y *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. y Schult. con 42 individuos (2.53 %), representando en conjunto el 33.55 % del total de individuos, el 66.45 % restante, corresponde a 53 especies que presentan un menor número de individuos.

Figura 43*Especie y número de individuos de la gradiente*

Al comparar los resultados de la composición florística de la gradiente altitudinal con otros bosques de la región de Cajamarca, se observa en la Tabla 7 que los valores obtenidos de composición son altos, al igual que el bosque montano de Yáquil (Dávila Rimarachín, 2023), el bosque Ramírez y el Mirador (Romero Chuquilín, 2019), bosque de Protección Pagaibamba (Delgado Benavides, 2020), esto es debido a que estos ecosistemas han tenido un impacto mínimo por las actividades humanas, preservando así las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de una gran variedad de especies y permitiendo la coexistencia de una gran diversidad. Además, la mayoría de los bosques comparten especies en común con el presente estudio como son: el bosque Ramírez y el Mirador con 21 especies en común, los Relictos los Lanches del bosque montano Las Palmas con 12 especies en común, el bosque

montano de Yáquil con 9 especies en común y el bosque de Protección Pagaibamba con 7 especies en común.

Tabla 7

Comparación de la composición florística del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín con bosques montanos de Cajamarca

Lugar de estudio	Especies en total	Especies en común		Fuente
Relicto los Lanches del bosque montano Las Palmas, Chota, Cajamarca	30	<i>Axinaea nitida</i>	<i>Myrcianthes rophaloides</i>	(Burga Cieza et al., 2020)
		<i>Brachyotum coronatum</i>	<i>Myrsine coriacea</i>	
		<i>Cornus peruviana</i>	<i>Ocotea sp.</i>	
		<i>Delostoma integrifolium</i>	<i>Palicourea amethystina</i>	
		<i>Hedyosmum scabrum</i>	<i>Persea subcordata</i>	
		<i>Miconia media</i>	<i>Weinmannia elliptica</i>	
Bosque montano de Yáquil, Conchan, Chota, Cajamarca	51	<i>Axinaea sp.</i>	<i>Myrsine coriacea</i>	(Dávila Rimarachín, 2023)
		<i>Geissanthus sp.</i>	<i>Persea sp.</i>	
		<i>Hedyosmum scabrum</i>	<i>Weinmannia cymbifolia</i>	
		<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	<i>Weinmannia elliptica</i>	
		<i>Myrcianthes sp.</i>		
Bosque de Protección Pagaibamba - Querocoto, Chota, Cajamarca	41	<i>Axinaea sp.</i>	<i>Myrsine coriacea</i>	(Delgado Benavides, 2020)
		<i>Cyathea sp.</i>	<i>Viburnum lasiophyllum</i>	
		<i>Hedyosmum scabrum</i>	<i>Weinmannia elliptica</i>	
		<i>Myrcianthes sp.</i>		
Bosque Ramírez y el Mirador, Chugur, Hualgayoc, Cajamarca	64	<i>Clusia elliptica</i>	<i>Palicourea amethystina</i>	(Romero Chuquilín, 2019)
		<i>Critoniopsis sp.</i>	<i>Persea subcordata</i>	
		<i>Hedyosmum scabrum</i>	<i>Piper dasyoura</i>	
		<i>Maytenus verticillata</i>	<i>Podocarpus oleifolius</i>	
		<i>Miconia media</i>	<i>Polylepis multijuga</i>	
		<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	<i>Saurauia bullosa</i>	
		<i>Myrcianthes sp.</i>	<i>Symplocos sp.</i>	
		<i>Myrsine coriacea</i>	<i>Vallea stipularis</i>	
		<i>Ocotea sp.</i>	<i>Weinmannia cymbifolia</i>	
		<i>Oreopanax andreanus</i>	<i>Weinmannia elliptica</i>	
<i>Oreopanax sp.</i>				

V. CONCLUSIONES

La diversidad florística alfa del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín es alta: índice de Shannon-Wiener con 3.44, Simpson con 0.96, Margalef 6.53. La diversidad beta del área de estudio que se obtuvo es: índice de Jaccard que oscilan entre 35 y 58 %, indicando que las comunidades tienen una baja a moderada similitud.

La estructura horizontal según las clases diamétricas para la gradiente altitudinal mostró una forma de función exponencial decreciente tipo “J invertida”. Mientras que a nivel de especies la función exponencial es variada, *Meliosma meridensis* Lasser (distribución bimodal), *Escallonia pendula* Pers. (distribución bimodal), *Polylepis multijuga* Pilg. (distribución bimodal). Las especies mejor posicionadas según el IVI son *Escallonia pendula* Pers. (4.94 %), *Axinaea nitida* Cogn. (3.87 %), *Ceroxylon sp.* (3.47 %), *Meliosma meridensis* Lasser y *Polylepis multijuga* Pilg. (3.32 %).

La estructura vertical, el estrato inferior (3 a 11 m) presenta mayor cantidad con 62 especies, correspondiente al 73.31 %, seguido del estrato medio (12 a 22 m) con 53 especies, representando el 25.18 %, finalmente el estrato superior (23 a 33 m) concentra 5 especies, representando el 1.25 % . Las especies que están presentes en los tres estratos son *Gordonia fruticosa* (Schrad.) H.Keng, *Meliosma meridensis* Lasser, *Nectandra obtusata* Rohwer y *Podocarpus oleifolius* D.Don.

La composición florística de la gradiente altitudinal del bosque montano compendió 36 familias, 49 géneros y 63 especies, las familias más representativas son Melastomataceae (*Axinaea*, *Brachyotum*, *Meriania* y *Miconia*) y Lauraceae (*Andea*, *Nectandra*, *Ocotea* y *Persea*) con 4 géneros, seguido por Rubiaceae con 3 géneros (*Cinchona*, *Guettarda* y

Palicourea), la 5 especie más abundantes son *Axinaea nitida* Cogn., *Escallonia pendula* Pers., *Polylepis multijuga* Pilg., *Oreopanax sp.* y *Delostoma integrifolium* D.Don y las menos abundantes son *Tournefortia virgata* Ruiz & Pav., *Saurauia bullosa* Wawra y *Maytenus macrocarpa* Briq.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar estudios con la fenología de las especies con alto índice de valor de importancia que son: *Escallonia pendula*, *Axinaea nitida*, *Ceroxylon sp.*, *Meliosma meridensis*, *Polylepis multijuga* y *Clethra revoluta* con la finalidad de implementar proyectos de restauración ecológica y determinar el momento óptimo para la recolección de semillas y gestionar programas de reposición del bosque en áreas adyacentes y degradadas; ya que estas especies son las más abundantes y adaptadas a las condiciones de sitio de la gradiente.

Se recomienda a futuros investigadores realizar estudios de modelamiento de nicho ecológico de *Escallonia pendula*, ya que se encontró distribuida en toda la gradiente superando los 3000 m de elevación.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, V. H., Araujo, P. A., & Iturre, M. C. (2006). Caracteres estructurales de las masas. *Facultad de Ciencias Forestales de la UNSE*, 22(1), 1-35.
<https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf>
- Aguirre Mendoza, Z., Celi Delgado, H., & Herrera Herrera, C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3), 923-938. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992018000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Alanís Rodríguez, E., Mora Olivo, A., & Marroquín de la Fuente, J. (2020). *Muestreo Ecológico de la vegetación* (Vol. 1). Universidad Autónoma de Nuevo León.
https://www.researchgate.net/publication/343137042_Muestreo_Ecologico_de_la_vegetacion#fullTextFileContent
- Añazco Urbina, B., Rivera López, R. Y., & Pariente Mondragón, E. (2021). Diversidad y composición florística de un área de bosque montano, San Carlos, Bongará, Amazonas. *Arnaldoa*, 28(3), 441-458.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992021000300441&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Araujo Murakami, A., Bascopé, F., Cardona Peña, V., De la Quintana, D., Fuentes, A., Jorgensen, P., Maldonado, C., Miranda, T., Paniagua Zambrana, N., & Seidel, R. (2005).

Composición florística y estructura del bosque amazónico preandino en el sector del Arroyo Negro, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 40(3), 281-303.
<http://www.mobot.org/mobot/research/madidi/pdf/09arroyonegro40-3.pdf>

Burga Cieza, A., William Alcalde, A., Martínez Sovero, G., Villena Velásquez, J., & Iglesias Osoreo, S. (2020). Caracterización florística del relicto Los Lanches del Bosque Montano Las Palmas – Chota, Perú [Universidad Nacional de Cajamarca]. En *Scielo*.
<https://doi.org/10.22386/ca.v9i1.319>

Burgos Solorio, A., & Tello Salgado, I. (2021). *Diversidad biológica* (Vol. 1).
<https://doi.org/10.30973/2021/diversidad-biologica>

Cango Sarango, L., Aguirre Mendoza, Z. H., & Quizhpe Coronel, W. (2021). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque Huashapamba, Loja, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(1).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692021000100001&lang=es

CATIE. (2001a). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central* (Vol. 1). CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>

CATIE. (2001b). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central* (B. Louman, D. Quirós, & M. Nilsson, Eds.; 1.^a ed., Vol. 1). CATIE, Turrialba (Costa Rica). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>

Chumacero Ramirez, R. Y., & Mondragon Santa Cruz, L. (2023). *Evaluación de la diversidad florística y endemismo del bosque montano Wissus, Sector el Campo,*

Callayuc, Cutervo, Cajamarca [Tesis de Pregrado] [Universidad Nacional de Jaén].

http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/578/6/T_Mondragon%20Santa%20cruz%2c%20Chumacero%20Ramirez_IFA.pdf

Cortés Ballén, L., Camacho Ballesteros, S., & Matoma Cardona, M. (2020). Estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1).

<https://doi.org/10.31910/RUDCA.V23.N1.2020.1483>

Cuéllar Cardozo, J., Nossa Silva, D., & Vallejo, M. (2022). Diversidad y estructura florística en zonas riparias de un remanente de bosque seco tropical. *Colombia Forestal*, 25(2),

70-84. <https://doi.org/10.14483/2256201X.19029>

Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. (2009). *Los bosques montanos de los Andes Tropicales* (1.^a ed., Vol. 1). Imprenta Mariscal, Quito - Ecuador.

https://www.bosquesandinos.org/wp-content/uploads/2020/10/B_montanos.pdf

Dall, S. R. X., Houston, A. I., & McNamara, J. M. (2004). The behavioural ecology of personality: Consistent individual differences from an adaptive perspective. *Ecology Letters*, 7(8), 734-739. <https://doi.org/10.1111/J.1461-0248.2004.00618.X>

Dávila Rimarachín, Y. (2023). *Diversidad y estructura arbórea del bosque montano de Yáquil, Conchan – Chota [Tesis de pregrado]* [Universidad Nacional Autónoma de Chota].

https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/383/D%c3%a1vila_Rimarach%c3%adn_Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Delgado Benavides, A. C. (2020). Diversidad y estructura arbórea de la familia Lauraceae en el Bosque de Protección Pagaibamba - Querocoto, Chota [Tesis de pregrado]. *Universidad autónoma de Chota*, 39-45. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v2n2p88>
- Dibán, M. J., & Hinojosa, L. F. (2024). Testing the Tropical Niche Conservatism Hypothesis: Climatic Niche Evolution of *Escallonia Mutis ex L. F.* (Escalloniaceae). *Plants*, 13(1), 133. <https://doi.org/10.3390/PLANTS13010133/S1>
- Dilas Jiménez, J. O., Mugruza Vassallo, C. A., & Marcelo Peña, J. L. (2023). Composición, diversidad y estructura arbórea en un bosque de neblina sobre 2 100 msnm en el Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales (CFORES)*, 11(1), 1-21. <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/768/pdf>
- FAO. (2004). *Inventario forestal nacional - Manual de campo* (1.ª ed., Vol. 1). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/3/ae578s/ae578s.pdf>
- FAO. (2020, noviembre 3). *Bosques de montaña*. <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/mountain-forests/basic-knowledge/es/>
- Fernandez Jibaja, J. A., & Torres Herrera, P. A. (2023). *Flora leñosa de los bosques ribereños premontanos, fragmentados de la quebrada Amojú, Jaén, Cajamarca, Perú [Tesis de Pregrado]* [Universidad Nacional de Jaén]. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/534/1/IFT_Fernandez%20Jibaja%20%20y%20Torres%20Herrera_IFA.pdf

Ferriol Molina, M., & Merle Farinós, H. (2006). *Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales*. Ecosistemas Agroforestales (U.D. Botánica).

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16285/Microsoft%20Word%20-%20articulo%20docente%20def.pdf?sequence=1#:~:text=La%20alfa%2Ddiversidad%20es%20la,y%20muy%20probablemente%20especies%20comunes>

Gadow, K., Sánchez Orois, S., & Álvarez González, J. G. (2014, septiembre). *Estructura y Crecimiento del Bosque*. ResearchGate.

https://www.researchgate.net/publication/265270198_Estructura_y_Crecimiento_del_Bosque

Giacomotti Tuezta, J. G. (2019). *Cambios en la diversidad y composición florística en bosques montanos y premontanos en la Selva Central del Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4052>

Guariguata, M. R., & Kattan, G. H. (2003). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. En *Lur* (1.^a ed., Vol. 3). Editorial Tecnológica de Costa Rica.

<https://ebooks.tec.ac.cr/product/ecologa-y-conservacin-de-bosques-neotropicales>

Hemp, A. (2011). Altitudinal zonation and diversity patterns in the forests of Mount Kilimanjaro, Tanzania. *Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management*, 134-141. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511778384.014>

IUFRO. (2005). *Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO)*.

Consejo Científico Internacional. <https://council.science/es/member/iufro-international-union-of-forest-research-organizations/>

Jiménez Grados, L., Kolevic Saraza, N., Jara Huancaya, U., Meléndez Aquino, J., Jiménez

Cabezudo, C., & Salazar Granara, A. (2020). Referencia de los usos medicinales del chuchuhuasi (*Maytenus macrocarpa*) por curanderos del distrito de Santa María de Huachipa, Lurigancho, Lima - Perú: un estudio cualitativo. *Horizonte Médico (Lima)*, 20(3), e1245. <https://doi.org/10.24265/HORIZMED.2020.V20N3.08>

Jucker, T., Bouriaud, O., & Coomes, D. A. (2015). Crown plasticity enables trees to optimize canopy packing in mixed-species forests. *Functional Ecology*, 29(8), 1078-1086.

<https://doi.org/10.1111/1365-2435.12428>

Kimmins, J. P. (2004). Forest Ecology. *Fishes and Forestry*, 17-43.

<https://doi.org/10.1002/9780470995242.CH2>

Manzanilla Quijada, G. E., Mata Balderas, J. M., Treviño Garza, E. J., Aguirre Calderón, Ó.

A., Alanís Rodríguez, E., & Yerena Yamallel, J. I. (2020). Diversidad, estructura y composición florística de bosques templados del sur de Nuevo León. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(61), 94-123. <https://doi.org/10.29298/RMCF.V11I61.703>

Marcelo Peña, J. L., Reynel Rodríguez, C., & Zevallos, P. (2011). *Manual de Dendrología* (J.

L. Marcelo Peña, Ed.; 1.^a ed., Vol. 1). Publimpres Perú SAC.

<https://www.researchgate.net/publication/266560129>

- Marín Serna, G. L. (2011). *Biodiversidad* (1.^a ed., Vol. 1). Espacio Gráfico Comunicaciones S.A. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4770/biodiversidad.pdf>
- Martínez Borrego, D., Cruz Flores, D., Fontenla, J. L., & Mancina, C. A. (2018). *Inventario y estimaciones de la biodiversidad* (1.^a ed., Vol. 3). Instituto de Ecología y Sistemática. https://www.researchgate.net/publication/324925621_INVENTARIOS_Y_ESTIMACIONES_DE_LA_BIODIVERSIDAD#fullTextFileContent
- Melo Cruz, O., & Vargas Ríos, R. (2001). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos* (1.^a ed., Vol. 1). <https://kmo7.files.wordpress.com/2010/09/evaluacion-de-ecosistemas-boscosos-rafael-vargas-y-omar-mel.pdf>
- Messeder, J. V. S., Guerra, T. J., Pizo, M. A., Blendinger, P. G., & Silveira, F. A. O. (2022). Seed Dispersal Ecology in Neotropical Melastomataceae. *Systematics, Evolution, and Ecology of Melastomataceae*, 735-759. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99742-7_33
- MINAM. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación. *Ministerio del Ambiente*, 1(1), 1-50. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FLORA-Y-VEGETACI%C3%83%E2%80%9CN.compressed.pdf>
- MINAM. (2021). *Perú Reino de bosques* (M. Prado & P. Peirano, Eds.; 2.^a ed., Vol. 1). Lettera Gráfica S.A.C. https://www.bosques.gob.pe/libro/peru-reino-de-bosques/assets/descargas/Peru_Reino_de_Bosques-book.pdf

- Morales Betancourt, L. N. (2018, febrero). *Utilización de árboles fijadores de nitrógeno Escallonia pendula y Alnus acuminata para la recuperación de suelos erosionados*.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21708>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (1.^a ed., Vol. 1). Gorfi, S.A.
<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Murga Orrillo, H., Coronado, M. F., Abanto Rodríguez, C., & De Almeida Lobo, F. (2011, julio). Gradiente altitudinal y su influencia en las características edafoclimáticas de los bosques tropicales. *Acta Oecologica*, 37(4), 329-336.
<https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732271>
- Oyarzún, A., Donoso, P. J., Gutiérrez, Á. G., Oyarzún, A., Donoso, P. J., & Gutiérrez, Á. G. (2019). Patrones de distribución de alturas de bosques antiguos siempreverde del centro-sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 40(3), 355-364. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002019000300355>
- Pardo Molina, G., Aramayo Parada, R., Arancibia Rocabado, I., & Araujo Murakami, A. (2020). Composición florística del bosque amazónico de tierra firme del sector Alto Madera, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 55(2), 476-496. <https://doi.org/10.2307/1931725>
- Parra, A. (2018). *Muestreo intencional. Características y ejemplos*. QuestionPro.
<https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-intencional/>
- Perea Macedo, J. R. (2005). Composición y estructura de especies arbóreas de un bosque montano, en el Parque Nacional Yanachaga Chemillen, Oxapampa - Pasco - Perú.

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5156>

- Pérez Mullisaca, F. M., & Linares Palomino, R. (2021). Patrones florísticos de plantas leñosas en bosques montanos del Parque Nacional Río Abiseo, Perú. *Arnaldoa*, 28(1), 59-84. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992021000100059&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Pond, N. C., & Froese, R. E. (2015). Interpreting Stand Structure through Diameter Distributions. *Forest Science*, 61(3), 429-437. <https://doi.org/10.5849/FORSCI.14-056>
- Ramos Reyes, J. C., Treviño Garza, E. J., Buendía Rodríguez, E., Aguirre Calderón, O. A., & López Martínez, J. I. (2017). Productividad y estructura vertical de un bosque templado con incidencia de incendios forestales. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 8(43), 64-88. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322017000500064&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Romero Chuquilín, W. Y. (2019). *Diversidad, composición florística y estructura de los relictos boscosos de Ramírez y el Mirador, distrito de Chugur, Hualgayoc [Tesis de pregrado]* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3551>
- Sagástegui Alva, A., Arroyo Alfaro, S. J., & Rodríguez Rodríguez, E. F. (2010a). Una nueva especie de *Axinaea* (Melastomataceae: Merianieae) del Norte de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(2), 145-149.

http://rg.peorg.peorg.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332010000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Sagástegui Alva, A., Arroyo Alfaro, S. J., & Rodríguez Rodríguez, E. F. (2010b). Una nueva especie de *Axinaea* (Melastomataceae: Merianieae) del Norte de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(2), 145-149.

http://rg.peorg.peorg.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332010000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

SENAMHI. (2021, agosto). *Climas del Perú – Mapa de Clasificación Climática Nacional*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI.

<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>

SERFOR. (2021). *Cuenta de Bosques del Perú* (J. Robles Franco, J. Vásquez Chihuán, R. Blas Alcántara, M. Ramírez Palomino, F. Sumalave Velásquez, & B. Rodríguez Jara, Eds.; 1.^a ed., Vol. 1).

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1811/libro.pdf

Serrano Arribasplata, S. (2019). *Composición y diversidad florística del bosque montano El Cedro - San Silvestre de Cochán - San Miguel - Cajamarca [Tesis de pregrado]* [Universidad Nacional de Cajamarca].

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2831>

Smith, T. M., & Smith, R. L. (2007). *Ecología* (6.^a ed.).

<http://www.biocon.unam.mx/docencia/oceanografia-biologica/lecturas-libros/ecologia-smith--smith.pdf>

Vargas Cubas, O. P. (2013). *Composición, diversidad florística y factores antrópicos de la degradación del bosque montano de Chadín, Chota [Tesis de Pregrado]* [Universidad Nacional de Cajamarca - UNC].

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/425/T%20K10%20V297%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vásquez Salazar, M. L. (2024). Modelamiento de la distribución potencial de *Polylepis multijuga* Pilg. (Rosaceae) en el Departamento de Cajamarca. En *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6709>

Villaseñor, J. L., & Ortiz, E. (2014). Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(SUPPL.), S134-S142. <https://doi.org/10.7550/RMB.31987>

ZEE-OT Cajamarca. (2014). *Zonificación Ecológica y Económica – Ordenamiento Territorial - Cajamarca*. Ordenamiento Territorial - Mapoteca Virtual - Gobierno Regional Cajamarca. <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/node/588>

ANEXOS

Anexo 1

Lista de especies del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN
<i>Aegiphila rimbachii</i> Moldenke	LAMIACEAE	
<i>Andea</i> sp.	LAURACEAE	
<i>Axinaea nitida</i> Cogn.	MELASTOMATAACEAE	"zarcilleja blanca"
<i>Axinaea</i> sp.	MELASTOMATAACEAE	"zarcilleja"
<i>Brachyotum coronatum</i> (Triana) Wurdack	MELASTOMATAACEAE	
<i>Ceroxylon</i> sp.	ARECACEAE	"palmera"
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	RUBIACEAE	"cascarilla"
<i>Citharexylum laurifolium</i> Hayek	VERBENACEAE	"tandal"
<i>Citronella incarum</i> (JFMacbr.) RAHoward	CARDIOPTERIDACEAE	"naranja"
<i>Clethra revoluta</i> Ruiz & Pav.	CLETHRACEAE	"choloquillo"
<i>Clusia elíptica</i> Kunth	CLUSIACEAE	"lalush"
<i>Cordia colombiana</i> Killip	BORAGINACEAE	"gomero"
<i>Cornus peruviana</i> J.F.Macbr.	CORNACEAE	
<i>Critoniopsis</i> sp.	ASTERACEAE	"matatoche"
<i>Cyathea</i> sp.	CYATHEACEAE	"chontilla" "chonta"
<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don	BIGNONIACEAE	"babilla"
<i>Escallonia pendula</i> Pers.	ESCALLONIACEAE	"pauco"
<i>Gaultheria bracteata</i> (Cav.) G.Don	ERICACEAE	
<i>Geissanthus</i> sp.	PRIMULACEAE	
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H.Keng	THEACEAE	"lucmillo"
<i>Guettarda hirsuta</i> Pers.	RUBIACEAE	
<i>Hedyosmum scabrum</i> Solms	CHLORANTHACEAE	"acerillo"
<i>Maytenus macrocarpa</i> Briq.	CELASTRACEAE	"cafecillo"
<i>Maytenus verticillata</i> DC.	CELASTRACEAE	
<i>Meliosma meridensis</i> Lasser	SABIACEAE	
<i>Meliosma peytonii</i> A.H.Gentry	SABIACEAE	"choloquillo"
<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	MELASTOMATAACEAE	
<i>Miconia centrophora</i> Naudin	MELASTOMATAACEAE	
<i>Miconia hexamera</i> Wurdack	MELASTOMATAACEAE	
<i>Miconia media</i> Naudin	MELASTOMATAACEAE	"zarcilleja chica"
<i>Monactis flaverioides</i> Kunth	ASTERACEAE	
<i>Morus insignis</i> Bureau	MORACEAE	"lechiquero"

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	MYRTACEAE	"lanche rojo"
<i>Myrcianthes sp. 1</i>	MYRTACEAE	"lanche chico"
<i>Myrcianthes sp. 2</i>	MYRTACEAE	"lanche de agua"
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. y Schult.	PRIMULACEAE	"mangle"
<i>Nectandra discolor</i> (Kunth) Nees	LAURACEAE	"shacame"
<i>Nectandra obtusata</i> Rohwer	LAURACEAE	"choloquillo"
<i>Ocotea mandonii</i> Mez	LAURACEAE	"sombrero"
<i>Ocotea sp.</i>	LAURACEAE	"roble"
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	ARALIACEAE	"maqui maqui"
<i>Oreopanax sp.</i>	ARALIACEAE	"maqui maqui"
<i>Palicourea amethystina</i> DC.	RUBIACEAE	
<i>Persea subcordata</i> (Ruiz & Pav.) Nees	LAURACEAE	
<i>Piper dasyoura</i> C.DC.	PIPERACEAE	"matico de jalca"
<i>Podocarpus oleifolius</i> D.Don	PODOCARPACEE	"saucesillo"
<i>Polylepis multijuga</i> Pilg.	ROSACEAE	"quinua"
<i>Ruagea hirsuta</i> Harms	MELIACEAE	"cedrillo"
<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	ACTINIDIACEAE	
<i>Saurauia peruviana</i> Buscal.	ACTINIDIACEAE	
<i>Sciodaphyllum sprucei</i> Seem.	ARALIACEAE	
<i>Siparuna tomentosa</i> (Ruiz & Pav.) A.DC.	SIPARUNACEAE	"añashquero grande"
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	SOLANACEAE	"warwar grande"
<i>Solanum riparium</i> Pers.	SOLANACEAE	"warwar de jalca"
<i>Symplocos sp.</i>	SYMPLOCACEAE	
<i>Tournefortia virgata</i> Ruiz & Pav.	BORAGINACEAE	
<i>Trozelia grandiflora</i> (Benth.) J.M.H.Shaw	SOLANACEAE	"campanilla"
<i>Vallea stipularis</i> L.f.	ELAEOCARPACEAE	"corazón"
<i>Viburnum lasiophyllum</i> Benth.	VIBURNACEAE	"naranjillo"
<i>Weinmannia cymbifolia</i> Diels	CUNONIACEAE	
<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth	CUNONIACEAE	"salliuc"
<i>Weinmannia lentiscifolia</i> C.Presl	CUNONIACEAE	"salliuc"
<i>Zanthoxylum sp.</i>	RUTACEAE	

Anexo 2

Datos dasométricos registrados en las parcelas del bosque montano en una gradiente altitudinal del distrito de Chadín

Nombre científico	Parcelas	ZONA BAJA					ZONA MEDIA						ZONA ALTA				
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Aegiphila rimbachii</i> Moldenke		0	0	0	0	0	0	0	5	7	4	0	0	0	0	0	0
<i>Andea</i> sp.		0	0	0	3	4	4	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Axinaea nitida</i> Cogn.		0	0	21	0	11	6	8	0	0	4	5	16	8	0	0	3
<i>Axinaea</i> sp.		0	-	-	-	-	-	5	3	7	11	18	-	-	-	4	-
<i>Brachyotum coronatum</i> (Triana) Wurdack		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	8	7	7	4	5
<i>Ceroxylon</i> sp.		2	-	-	1	4	2	6	4	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl		5	7	8	3	4	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Citharexylum laurifolium</i> Hayek		-	-	-	-	-	8	4	4	3	6	-	-	-	-	-	-
<i>Citronella incarum</i> (JFMacbr.) RAHoward		8	3	-	3	2	-	-	5	1	4	-	-	-	-	-	-
<i>Clethra revoluta</i> Ruiz & Pav.		-	-	1-	-	-	4	7	-	5	-	-	2	6	2	-	3
<i>Clusia eliptica</i> Kunth		-	-	-	-	-	1	1	-	4	5	2	-	-	-	-	3
<i>Cordia colombiana</i> Killip		-	1-	1	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus peruviana</i> J.F.Macbr.		-	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Critoniopsis</i> sp.		2-	14	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyathea</i> sp.		-	-	1	3	-	-	5	-	1	-	4	3	2	-	1-	5
<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don		14	9	1	-	-	9	2	6	2	3	3	1	-	-	-	-
<i>Escallonia pendula</i> Pers.		-	3	-	9	-	9	8	9	6	4	-	7	-	4	9	4
<i>Gaultheria bracteata</i> (Cav.) G.Don		-	-	-	-	-	-	3	2	12	6	-	-	-	-	-	-
<i>Geissanthus</i> sp.		2	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H.Keng		-	-	-	-	-	-	-	6	7	-	7	5	6	-	-	3

Nombre científico	Parcelas	ZONA BAJA					ZONA MEDIA						ZONA ALTA				
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Guettarda hirsuta</i> Pers.		-	-	-	-	-	-	8	3	5	6	-	-	-	-	-	-
<i>Hedyosmum scabrum</i> Solms		-	-	7	2	-	-	4	3	1	2	3	2	3	4	6	3
<i>Maytenus macrocarpa</i> Briq.		-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maytenus verticillata</i> DC.		-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	6	5	-	-	-	-
<i>Meliosma meridensis</i> Lasser		-	15	13	6	2	-	1	-	3	2	1	-	-	4	-	-
<i>Meliosma peytonii</i> A.H.Gentry		-	-	-	-	1	-	-	4	4	4	9	8	-	-	-	-
<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack		-	-	7	4	13	8	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia centrophora</i> Naudin		-	-	-	4	2	7	3	3	7	4	6	2	-	-	8	2
<i>Miconia hexamera</i> Wurdack		-	-	-	-	-	-	2	2	4	3	2	-	-	-	-	-
<i>Miconia media</i> Naudin		-	-	-	-	-	-	5	-	-	3	6	3	-	-	-	-
<i>Monactis flaverioides</i> Kunth		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11	8	12	-
<i>Morus insignis</i> Bureau		-	4	-	7	3	7	1	4	4	-	5	-	6	-	-	-
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh		-	-	-	-	1	-	3	3	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Myrcianthes</i> sp. 1		4	-	3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Myrcianthes</i> sp. 2		-	4	-	-	-	-	3	2	3	8	-	-	-	-	-	-
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. y Schult.		-	-	3	4	4	16	2	-	4	4	3	-	-	2	-	-
<i>Nectandra discolor</i> (Kunth) Nees		-	3	6	-	4	14	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Nectandra obtusata</i> Rohwer		-	-	9	-	11	-	3	-	2	-	3	-	8	-	-	-
<i>Ocotea mandonii</i> Mez		-	-	-	5	-	-	1	3	-	2	5	1	-	12	-	-
<i>Ocotea</i> sp.		-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	4
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal		-	-	-	4	-	-	1	-	3	-	-	2	2	-	6	2
<i>Oreopanax</i> sp.		12	7	6	6	-	8	-	7	2	1	-	2	-	-	-	-
<i>Palicourea amethystina</i> DC.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	5	-	-
<i>Persea subcordata</i> (Ruiz & Pav.) Nees		-	-	-	-	-	-	3	-	2	3	-	-	-	-	-	-
<i>Piper dasyoura</i> C.DC.		-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	2	5	6	-	-	-
<i>Podocarpus oleifolius</i> D.Don		-	-	5	-	-	-	-	4	3	3	-	-	-	-	-	-

Nombre científico	Parcelas	ZONA BAJA					ZONA MEDIA						ZONA ALTA				
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Polylepis multijuga</i> Pilg.		-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	6	4	5	18	20	14
<i>Ruagea hirsuta</i> Harms		4	-	-	6	3	6	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Saurauia bullosa</i> Wawra		-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	3	-	-	-	-	-
<i>Saurauia peruviana</i> Buscal.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	1	3	-	-	-
<i>Sciodaphyllum sprucei</i> Seem.		-	-	11	5	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Siparuna tomentosa</i> (Ruiz & Pav.) A.DC.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	4	-	7	12	-
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal		5	5	-	2	3	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum riparium</i> Pers.		-	-	-	-	-	5	-	-	-	1	2	-	2	-	-	-
<i>Symplocos</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	5	8
<i>Tournefortia virgata</i> Ruiz & Pav.		-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Trozelia grandiflora</i> (Benth.) J.M.H.Shaw		-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	3	3	6	-	-
<i>Vallea stipularis</i> L.f.		-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	16	-	-
<i>Viburnum lasiophyllum</i> Benth.		-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	3	-	-	-	-
<i>Weinmannia cymbifolia</i> Diels		-	-	-	-	-	-	-	7	11	-	-	-	-	-	-	-
<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth		-	-	-	-	3	-	-	-	3	2	1	7	-	4	-	-
<i>Weinmannia lentiscifolia</i> C.Presl		-	2	3	-	3	4	-	-	3	3	1	12	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum</i> sp.		3	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Número de individuos		79	98	132	98	86	124	104	110	137	120	115	120	80	102	96	59
Número de especies		11	17	22	24	20	18	29	26	35	33	28	27	16	15	11	13

Anexo 3

Vista panorámica del bosque montano

**Anexo 4**

Reducción del bosque, por cambio de uso de suelo para ganadería



Anexo 5

Autorización Municipalidad Distrital de Chadín

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHADIN

**CARTA N° 012-2023- MDCH-A/SSCD**

SEÑOR.

Bach. DEYVIS ROOY DELGADO GUEVARA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA INGENIERÍA FORESTAL

Por intermedio de la presente hacer llegar nuestro cordial saludo a nombre de esta Institución Pública como es, Nuestra Municipalidad Distrital de Chadín, enfocada al fortalecimiento de la educación y del bien estar de nuestra población, visto el documento solicitud de autorización para desarrollar el estudio de investigación científica en las localidades de La Palma, La Unión; San Juan, Quillumito y Vista Hermosa del Distrito de Chadín por un periodo de 15 días, Nuestra Municipalidad Distrital de Chadín le otorga el permiso para el desarrollo de la investigación científica “**Diversidad y Estructura de una Gradiente Altitudinal del Bosque Montano del Distrito de Chadín**”

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para hacerle llegar las muestras de mi más sincera consideración y estima personal.

Chadín 14 de diciembre del 2023

Atentamente;

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHADIN
Santiveri
Iny. Santiago Cabrera Delgado
ALCALDE

Anexo 6

Autorización de la investigación por SERFOR



Firmado digitalmente por CORONEL
PEREZ Marco Wilson FAU
2064363927.pdf
Cargo: Administrador Técnico Fts
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17/01/2024 09:32:37 -05:00

Cajamarca, 17 de Enero del 2024

RA N° D000007-2024-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-CAJAMARCA

VISTOS:

La solicitud de autorización con fines de investigación científica de flora con colecta de fecha 12 de enero de 2024 presentada por el Sr. Deyvis Rooy Delgado Guevara y el INFTEC N°D000008 -2024-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS- CAJAMARCA-LGP de fecha 15 de enero de 2024, y;

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política del Perú, establece que los recursos naturales renovables y no renovables, son patrimonio de la nación, siendo por ese motivo responsabilidad del Estado promover el uso sostenible de los recursos naturales, la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas a través de una legislación adecuada;

Que La Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, tiene por objeto establecer el marco legal para regular, promover y supervisar la actividad forestal y de fauna silvestre. Dicha Ley, en su artículo 13 indica que el SERFOR es la Autoridad Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, que ejerce competencias y funciones en el ámbito nacional, se sujeta al marco normativo sobre la materia y actúa en concordancia con las políticas, planes y objetivos nacionales, constituyéndose en el ente rector del Sistema Nacional de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre, y en su autoridad técnico normativa, encargada de dictar las normas y establecer los procedimientos relacionados al ámbito de su competencia hasta que los Gobiernos Regionales suscriban el acta de entrega y recepción y adecuen sus instrumentos institucionales y de gestión, a fin de ejercer las funciones transferidas previstas en los literales e) y q) del Artículo 51° de la ley N° 27867- Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales;

Que, mediante Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI, se aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del SERFOR, el cual tiene entre sus funciones principales: a) Planificar, Ejecutar, Apoyar, Supervisar y Controlar, la Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre; y b) Gestionar y promover el uso sostenible, la conservación y la protección de los recursos forestales y de fauna silvestre;

Que, mediante Decreto Supremo N° 016-2014-MINAGRI, de fecha 03 de septiembre de 2014, se modifica el Reglamento de Organización y Funciones del SERFOR, contemplando en la Primera Disposición Complementaria Transitoria que las Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre se incorporan al SERFOR, como órganos desconcentrados de actuación local, siendo una de sus funciones; "Actuar como primera instancia en la gestión y administración de los recursos forestales y de fauna silvestre, dentro del ámbito territorial de su competencia y acorde a las atribuciones reconocidas";

Que, conforme al Artículo 147° de la Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna, la Autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre (.....) El SERFOR, como ente rector del SINAFOR coordina con las autoridades que toman parte en el control y vigilancia forestal y de fauna silvestre, orienta las actividades y asegura la capacitación en materia forestal y de fauna silvestre de los integrantes del sistema.

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

Que, el artículo 154°, del Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015- MINAGRI, en adelante "Reglamento", precisa que la investigación científica del Patrimonio se aprueba mediante autorizaciones, salvaguardando los derechos del país respecto de su patrimonio genético nativo. Dichas autorizaciones no requieren del pago de derecho de trámite.

Que, mediante solicitud registrada el 12 de enero de 2023 por la Sr. Deyvis Rooy Delgado Guevara; requirió a la ATFFS CAJAMARCA, la autorización para realizar investigación científica de flora silvestre con colecta, fuera de Áreas Naturales Protegidas, en el proyecto **DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL DEL BOSQUE MONTANO DEL DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA – CAJAMARCA** realizando la investigación en la Universidad Nacional de Cajamarca en la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Forestal; y las muestras se colectarán en el caserío La Palma, La Unión, San Juan, Quillumito y Vista Hermosa, del distrito y provincia de Chota, en el departamento de Cajamarca en las coordenadas:

Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Zona	Coordenadas UTM	Altitud msnm
La Palma	Chadín	Chota	Cajamarca	17	786672.6 m E – 9285972.8 m S	2704
La Unión				17	786415.3 m E - 9287182.5 m S	2709
San Juan				17	787579.8 m E - 9285382.3 m S	2911
Quillumito				17	788811.4 m E - 9284761.4 m S	3221
Vista Hermosa				17	789640.8 m E - 9286693.3 m S	3161

Que, el INFTEC N°D000008-2024-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-CAJAMARCA- LGP de fecha 15 de enero del 2024, concluye que, la solicitud de autorización con fines de investigación científica de flora silvestre con colecta del proyecto titulado **DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL DEL BOSQUE MONTANO DEL DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA – CAJAMARCA**, durante el período comprendido entre la **emisión de la resolución hasta el 30 de abril del 2024** fuera de Áreas Protegidas, cumple con las condiciones

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: 55X8GFL



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

mínimas y los requisitos previstos en el numeral 7.2 de la evaluación de las condiciones y los requisitos para aprobación Resolución de Dirección Ejecutiva N°060-2016-SERFOR/DE (01/04/2016)

Que, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre Ley N° 29763 y su Reglamento para la Gestión Forestal aprobado mediante D. S. 018-2015-MINAGRI, y en uso de las facultades conferidas en la Primera Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Supremo N° 016-2014-MINAGRI;

Que, en uso de las atribuciones conferidas por el Reglamento de Organización y Funciones del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado por Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI, modificado por el Decreto Supremo N° 016-2014-MINAGRI y la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 029-2015-SERFOR-DE, de fecha 21 de mayo del 2022, mediante la RDE N° D000091-2023-MIDAGRI-SERFOR-DE; se Resuelve Designar al señor Marco Wilson Coronel Pérez en el cargo de Administrador Técnico Forestal y de Fauna Silvestre de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre – ATFFS Cajamarca, cargo considerado de confianza, y;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: Otorgar la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre con colecta, del proyecto titulado proyecto **DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL DEL BOSQUE MONTANO DEL DISTRITO DE CHADÍN, CHOTA – CAJAMARCA** realizando la investigación en las muestras se colectarán del caserío La Palma, La Unión, San Juan, Quillumito y Vista Hermosa, del distrito y provincia de Chota, en el departamento de Cajamarca, correspondiéndole el código de autorización **N° 06 - CAJ/AUT-IFL-2024-001**.

ARTÍCULO 2°: En la referida autorización para realizar investigación científica de flora silvestre con colecta, se le reconoce como **investigador principal al Sr. DEYVIS ROOY DELGADO GUEVARA** con DNI **42828765**, con teléfono **940591509** y email **DDELGADOG18_2@unc.edu.pe**; domiciliada en **Jr. La república N°461, distrito, provincia y departamento de Cajamarca**; y a los coinvestigadores **Sr. Luis Dávila Estela** con DNI **26684487** y **Sr. Jander Tirado Esquen** con DNI **72721485**.

ARTÍCULO 3°: La presente autorización incluye la colecta de:

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE MUESTRA	CANTIDAD	COLECTA	FINALIDAD DE LA COLECTA
Lamiaceae	<i>Aegiphila rimbachii</i> Moldenke		Ramita terminal	2	Colecta de flora	Determinación taxonómica
Lauraceae	<i>Andea sp.</i>		Ramita terminal	2	Colecta de flora	Determinación taxonómica

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: 5SX8GFL



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

Solanaceae	<i>Trozelia grandiflora</i> (Benth.) J.M.H.Shaw	"campanilla"	Ramita terminal	2	Colecta de flora	Determinación taxonómica
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	"corazón"	Ramita terminal	2	Colecta de flora	Determinación taxonómica
Viburnaceae	<i>Viburnum lasiophyllum</i> Benth.	"naranjillo"	Ramita terminal	2	Colecta de flora	Determinación taxonómica
Cunoniaceae	<i>Weinmannia cymbifolia</i> Diels		Ramita terminal	2	Colecta de flora	Determinación taxonómica
Cunoniaceae	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth	"salluc"	Ramita terminal	2	Colecta de flora	Determinación taxonómica
Cunoniaceae	<i>Weinmannia lentiscifolia</i> C.Presl	"salluc"	Ramita terminal	2	Colecta de flora	Determinación taxonómica
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.		Ramita terminal	2	Colecta de flora	Determinación taxonómica

Las muestras se colectarán caserío La Palma, La Unión, San Juan, Quillumito y Vista Hermosa, del distrito y provincia de Chota, en el departamento de Cajamarca por el periodo entre la **emisión de la resolución hasta el 30 de abril del 2024.**

ARTÍCULO 4°: El titular de la autorización se compromete a:

- No extraer especímenes, ni muestras biológicas de flora silvestre no autorizada, no ceder los mismos a terceras personas, ni utilizarlos para fines distintos a lo autorizado.
- No contactar ni ingresar a los territorios comunales sin contar con la autorización de las autoridades comunales correspondiente.
- Retirar todo el material empleado para la ejecución del presente estudio una vez terminado el trabajo de campo y levantamiento de información biológica.
- Depositar el material colectado en una institución científica nacional depositaria de material biológico, así como entregar a la ATFFS Cajamarca la constancia de dicho depósito. En casos debidamente justificados, y siempre que el material colectado no constituya holotipos ni ejemplares únicos, el depósito se podrá realizar en una institución distinta a la mencionada para ellos se requiere la autorización del SERFOR.
- Solo en el caso que por razones científicas acotadas se requiere enviar al extranjero parte del material colectado, el interesado deberá gestionar el correspondiente permiso de exportación ante la Dirección General Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, así como pasar el control respectivo. Los ejemplares únicos de los grupos taxonómicos colectados y holotipos solo podrán ser exportados en calidad de préstamo. Entregar a la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Cajamarca, una (01) copia del informe final en idioma español (incluyendo versión digital) como resultado de la autorización otorgada, copias del material fotográfico y /o slides que pueda ser utilizadas para difusión. Asimismo, entregar una (01) copia de las publicaciones producto de la investigación realizada en formato impreso y digital.
- El informe Final deberá contener una lista taxonómica de las especies objeto de la presente autorización de colecta, en formato MS Excel. Esta lista deberá contar con

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: 5SX8GFL



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

sus respectivas coordenadas en formato UTM (Datum WGS84), incluyendo la zona (17.18 o 19). Asimismo, incluir los datos de colecta de cada espécimen. El Informe Final que debe ser usado se encuentra en el Anexo 1 de la presente resolución.

- g. El cumplimiento de lo señalado en el literal d) y g) no deberá ser mayor a los seis (06) meses al vencimiento de la presente autorización.
- h. Solicitar anticipadamente a la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Cajamarca y dentro del plazo de vigencia de la resolución, cualquier cambio en las características de la investigación aprobada, que demanden la modificación de la presente resolución.
- i. Indicar el número de la resolución en las publicaciones generadas a partir de la autorización concedida.

ARTÍCULO 5°: Los titulares del mencionado estudio deberá implementar todas las medidas de seguridad y eliminación de impactos que se puedan producir por las actividades propias de las actividades de la fase de campo, como toma de datos, tratamiento y transporte de muestras, transporte de equipos, personal, etc.

ARTÍCULO 6°: La Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Cajamarca del SERFOR, no se responsabiliza por accidentes o daños sufridos por el solicitante de la presente autorización durante la ejecución del Proyecto; asimismo, se reserva el derecho de demandar del Proyecto de Investigación los cambios a que hubiese lugar en caso se formulen ajustes sobre la presente autorización.

ARTÍCULO 7°: Notificar al Sr. DEYVIS ROOY DELGADO GUEVARA con DNI 73948054, con teléfono 940591509 y email DDELGADOG18_2@unc.edu.pe; domiciliada en Jr. La república N°461, distrito, provincia y departamento de Cajamarca.

ARTÍCULO 8°: Remitir copia de la presente Resolución a la Oficina de Servicios al Usuario y Tramite Documentario, para su custodia y Archivo en el repositorio digital

ARTÍCULO 9°: Disponer la publicación de la presente Resolución en el Portal Web del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre: <https://www.gob.pe/serfor>

Documento firmado digitalmente

MARCO WILSON CORONEL PEREZ
ADMINISTRADOR TECNICO FFS
ATFFS - CAJAMARCA