

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



TESIS

**COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA (LEÑOSAS) DE UNA
GRADIENTE ALTITUDINAL DEL BOSQUE SECO DEL MARAÑÓN,
VIJUS Y CHAGUAL, PATAZ - LA LIBERTAD**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

BACHILLER: NELI DEL ROCIO MARRUFO HUAMÁN

ASESOR: ING. M. Sc. LUIS DÁVILA ESTELA

CAJAMARCA - PERÚ

2023



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

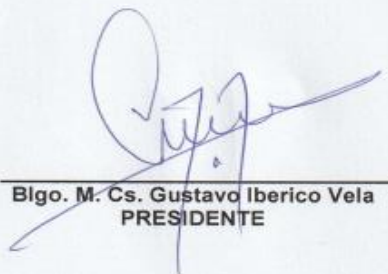


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los quince días del mes de junio del año dos mil veintitrés, 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° 223-2023-FCA-UNC, de fecha 15 de mayo del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "**COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL DEL BOSQUE SECO DEL MARAÑÓN, VIJUS Y CHAGUAL, PATAZ - LA LIBERTAD**", realizada por la Bachiller **NELI DEL ROCIO MARRUFO HUAMÁN** para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las once horas y quince 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, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

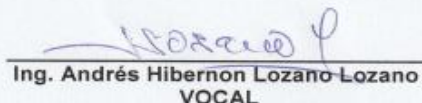
A las doce horas y cincuenta y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



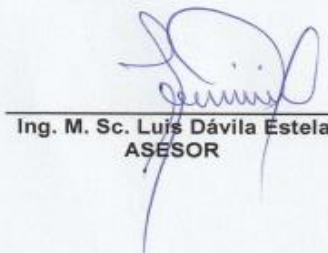
Blgo. M. Cs. Gustavo Iberico Vela
PRESIDENTE



Ing. Nehemias Honorio Sangay Martos
SECRETARIO



Ing. Andrés Hibernon Lozano Lozano
VOCAL



Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres Segundo y Elvira, a mis hermanos
Mary, Dante, Alex, Percy y Marleny

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Luis Dávila Estela, asesor de la presente investigación, por compartir sus conocimientos y el gran apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación, asimismo, el aporte proporcionado durante la etapa de identificación de las especies.

Al personal del Parque Nacional del Río Abiseo-SERNANP, quienes me apoyaron con alojamiento y la tramitación de documentación de permiso para la instalación de parcelas de muestreo.

A la Asociación Pataz, prestigiosa institución que me financió el desarrollo de la presente investigación de tesis, con fondos asignados por Cia. PODEROSA S.A.

Al señor Santos Leucadio Vásquez Ambrosio, presidente de la comunidad campesina Leoncio Prado - Vista Florida y su Junta Directiva, quienes me concedieron el permiso para la instalación de parcelas de muestreo en el centro poblado Chagual.

A los Sres. Roger Zavaleta y Ermitaño Morales, comuneros del centro poblado Vijus, quienes, con mucha voluntad, me brindaron el permiso para la instalación de parcelas de muestreo como poseionarios en el mencionado centro poblado.

A Ing. David Coronel Bustamante y los Bach. Gladis Cotrina Vásquez y Demetrio Flores Mendoza, quienes me brindaron su generoso apoyo en la recolección de datos y muestras en campo.

Al Sr. Roger Tomás Chirado Acosta, comunero de Vista Florida, por todo el apoyo brindado en la recolección de datos en campo en los centros poblados de Vijus y Chagual, como conocedor del lugar y su la flora local.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del Problema	2
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 General.....	4
1.4.2 Específicos	4
1.5 Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5

2.1	Antecedentes	5
2.2	Marco Teórico	7
2.2.1	Composición Florística	7
2.2.2	Diversidad Florística.....	7
2.2.3	Bosque Tropical Estacionalmente Seco (BTES)	11
2.2.4	Bases metodológicas.....	16
2.3	Definición de Términos.....	21
CAPÍTULO III.....		23
MATERIALES Y MÉTODOS		23
3.1	Ubicación	23
3.1.1	Accesibilidad.....	25
3.1.2	Fisiografía	25
3.1.3	Climatología.....	25
3.1.4	Zona de vida.....	26
3.1.5	Vegetación	26
3.1.6	Actividades económicas.....	27
3.1.7	Hidrografía.....	27
3.2	Materiales	28
3.3	Metodología	28
3.3.1	Variables	28
3.3.2	Unidad de Análisis.....	28
3.3.3	Técnicas de Recolección, Procesamiento y Análisis de Datos	30

CAPÍTULO IV.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Composición Florística	34
4.2 Diversidad Florística	42
4.2.1 Diversidad Alfa (α).....	42
4.2.2 Diversidad Beta (β).....	46
4.2.3 Curva Especie-Área	54
CAPÍTULO V.....	55
CONCLUSIONES	55
CAPÍTULO VI.....	56
RECOMENDACIONES.....	56
CAPÍTULO VII	57
BIBLIOGRAFÍA	57
Anexos	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Materiales y equipos utilizados durante el desarrollo de la investigación de Tesis</i>	28
Tabla 2. <i>Composición florística de una gradiente altitudinal de BTES del Maraón, centros poblados Vijus y Chagual</i>	35
Tabla 3. <i>Comparación entre la composición florística del área estudiada y otros bosques secos</i>	40
Tabla 4. <i>Índices de diversidad florística en la gradiente altitudinal, centro poblado Chagual</i> ...	42
Tabla 5. <i>Índices de diversidad florística en la gradiente altitudinal, centro poblado Vijus</i>	43
Tabla 6. <i>Índices de diversidad florística por parcela, centro poblado Chagual</i>	44
Tabla 7. <i>Índices de diversidad florística por parcela, centro poblado Vijus</i>	45
Tabla 8. <i>Índices de diversidad florística en los centros poblados Vijus y Chagual</i>	46
Tabla 9. <i>Comparación entre los índices de diversidad alfa y beta, del área de estudiada y otros bosques secos</i>	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de ubicación de la zona de estudio</i>	27
Figura 2. <i>Individuos por especie del bosque seco del Marañón, centros poblados Vijus y Chagual</i>	37
Figura 3. <i>Especies por familia del bosque seco del Marañón, centros poblados Vijus y Chagual</i>	38
Figura 4. <i>Similitud entre las zonas de la gradiente altitudinal, centros poblados Vijus y Chagual</i>	49
Figura 5. <i>Similitud entre los centros poblados Vijus y Chagual.</i>	50
Figura 6. <i>Curva de acumulación de especies leñosas en las 50 parcelas evaluadas</i>	54
Figura 7. <i>Establecimiento de parcela de 20 m x 50 m, centro poblado Chagual</i>	90
Figura 8. <i>Establecimiento de parcela de 20 m x 50 m, centro poblado Vijus</i>	90
Figura 9. <i>Georreferenciación de parcelas en el área de estudio</i>	91
Figura 10. <i>Medición de DAP de un arbusto de Piptadenia weberbaueri, centro poblado Chagual</i>	91
Figura 11. <i>Medición de DAP de un árbol de Eriotheca discolor, centro poblado Vijus</i>	92
Figura 12. <i>Colección de muestras botánicas de especies forestales</i>	92
Figura 13. <i>Grupo de trabajo en área de estudio</i>	93
Figura 14. <i>Muestras botánicas en el Laboratorio de Dendrología de la EAP - Ing. Forestal de la UNC</i>	93
Figura 15. <i>Revisión y selección de muestras en el laboratorio de Dendrología de la EAP - Ing. Forestal de la UNC</i>	94

Figura 16. <i>Montaje de muestras botánicas en el laboratorio de Dendrología de la EAP - Ing. Forestal de la UNC</i>	94
Figura 17. <i>Muestras montadas en el laboratorio de Dendrología de la EAP - Ing. Forestal de la UNC</i>	95
Figura 18. <i>Pegado de etiquetas en las muestras botánicas montadas</i>	95
Figura 19. <i>Individuos de Opuntia quitensis</i>	96
Figura 20. <i>Individuo de Senna pallida</i>	96
Figura 21. <i>Individuo de Armatocereus rauhii</i>	97
Figura 22. <i>Individuo de Browningia pilleifera</i>	97
Figura 23. <i>Individuos de Eriotheca ruizii, Eriotheca peruviana y Eriotheca discolor</i>	98
Figura 24. <i>Individuo de Cedrela kuelapensis</i>	98
Figura 25. <i>Individuo de Espostoa mirabilis</i>	99
Figura 26. <i>Individuo de Espostoa lanata</i>	99
Figura 27. <i>Individuos de Piptadenia weberbaueri</i>	100
Figura 28. <i>Vista panorámica del área de estudio, centro poblado Chagual</i>	100
Figura 29. <i>Vista panorámica del área de estudio, centro poblado Chagual</i>	101
Figura 30. <i>Vista panorámica del área de estudio, centro poblado Vijus</i>	101
Figura 31. <i>Vista panorámica área de estudio, centro poblado Vijus</i>	102
Figura 32. <i>Reducción del bosque seco, por actividad minera formal e informal</i>	102
Figura 33. <i>Reducción del bosque seco, por cambio de uso de suelo para agricultura o ganadería</i>	103
Figura 34. <i>Reducción del bosque seco, por agricultura</i>	103

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Registro de las especies leñosas por parcela en la zona alta, centro poblado Chagual</i>	64
Anexo 2. <i>Registro de las especies leñosas por parcela en la zona media, centro poblado Chagual</i>	65
Anexo 3. <i>Registro de las especies leñosas por parcela en la zona baja, centro poblado Chagual</i>	66
Anexo 4. <i>Registro de las especies leñosas por parcela en la zona alta, centro poblado Vijus...</i>	67
Anexo 5. <i>Registro de las especies leñosas por parcela en la zona media, centro poblado Vijus</i>	68
Anexo 6. <i>Registro de las especies leñosas por parcela en la zona baja, centro poblado Vijus..</i>	69
Anexo 7. <i>Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (zona alta) centro poblado Chagual</i>	70
Anexo 8. <i>Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (zona media) centro poblado Chagual</i>	71
Anexo 9. <i>Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (Zona baja) centro poblado Chagual</i>	72
Anexo 10. <i>Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (Zona alta) centro poblado Vijus</i>	74
Anexo 11. <i>Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (Zona media) centro poblado Vijus</i>	75
Anexo 12. <i>Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (Zona baja) centro poblado Vijus</i>	76
Anexo 13. <i>Cálculo de índices de diversidad en la gradiente (Z. baja, media y alta) Chagual...</i>	77

Anexo 14. <i>Cálculo de índices de diversidad en la gradiente (Z. baja, media y alta) Vijus</i>	79
Anexo 15. <i>Cálculo de índices de diversidad florística, centros poblados Vijus y Chagual</i>	80
Anexo 16. <i>Similitud de especies entre los centros poblados Chagual y Vijus</i>	82
Anexo 17. <i>Similitud de especies entre zona baja y media del centro poblado Chagual</i>	83
Anexo 18. <i>Similitud de especies entre zona media y alta del centro poblado Chagual</i>	84
Anexo 19. <i>Similitud de especies entre zona baja y alta del centro poblado Chagual</i>	85
Anexo 20. <i>Similitud de especies entre zona baja y media del centro poblado Vijus</i>	87
Anexo 21. <i>Similitud de especies entre zona media y alta del centro poblado Vijus</i>	88
Anexo 22. <i>Similitud de especies entre zona baja y alta del centro poblado Vijus</i>	89
Anexo 23. <i>Panel fotográfico</i>	90

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en los centros poblados Vijus y Chagual, distrito y provincia de Pataz, departamento La Libertad; con el objetivo de determinar la composición y la diversidad florística de una gradiente altitudinal de una parte del bosque seco del Marañón; se instalaron 50 parcelas de muestreo de 20 m x 50 m, 25 en cada centro poblado, se registraron todos los individuos con $DAP \geq 5$ cm, el muestreo fue validado con la curva especie-área; se colectaron muestras botánicas de los individuos registrados, las mismas que fueron trasladadas al Laboratorio de Dendrología de la EAP de Ingeniería Forestal de la UNC, para la herborización e identificación. En composición florística se realizó un listado de especies y familias, para cuantificar la diversidad florística alfa, se calcularon los índices de Margalef y Simpson; para la diversidad beta, se calculó el coeficiente de similitud de Jaccard. Se registraron 1 173 individuos distribuidos en 35 especies, 31 géneros y 19 familias; siendo las familias Fabaceae y Malvaceae las más abundantes, Fabaceae, Cactaceae y Malvaceae las más diversas; las especies más abundantes *Eriotheca discolor* (Kunth) A. Robyns y *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Seigler & Ebinger. Los índices de diversidad calculados, alfa: Margalef (2,75 - 3,81) y Simpson (0,11 - 0,20), indican que la zona media de la gradiente es la más diversa; beta, Jaccard muestra que un 43% de similitud de especies presenta Vijus y Chagual, las zonas media y alta son las más parecidas florísticamente.

Palabras clave: Composición florística, diversidad florística, gradiente altitudinal, bosque tropical estacionalmente seco, Marañón, Vijus, Chagual, Pataz.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Vijus and Chagual populated centers, district and province of Pataz, department of La Libertad; with the objective of determining the composition and floristic diversity of an altitudinal gradient of a part of the Marañón dry forest; 50 sampling plots of 20 m x 50 m were installed, 25 in each populated center, all individuals with $DBH \geq 5$ cm were recorded, the sampling was validated with the species-area curve; Botanical samples of the registered individuals were collected, the same ones that were transferred to the Dendrology Laboratory of the EAP of Forest Engineering of the UNC, for herborization and identification. In floristic composition, a list of species and families was made, to quantify the alpha floristic diversity, the Margalef and Simpson indices were calculated; for beta diversity, the Jaccard similarity coefficient was calculated. 1,173 individuals distributed in 35 species, 31 genera and 19 families were recorded; being the families Fabaceae and Malvaceae the most abundant, Fabaceae, Cactaceae and Malvaceae the most diverse; the most abundant species *Eriotheca discolor* (Kunth) A. Robyns and *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Seigler & Ebinger. The calculated diversity indices, alpha: Margalef (2.75 - 3.81) and Simpson (0.11 - 0.20), indicate that the middle area of the gradient is the most diverse; beta, Jaccard shows that a 43% similarity of species presents Vijus and Chagual, the middle and upper zones are the most floristically similar.

Keywords: Floristic composition, floristic diversity, altitudinal gradient, seasonally dry tropical forest, Cashew, Vijus, Chagual, Pataz.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical presenta dos estaciones bien marcadas; una de lluvia y otra de estiaje, condiciones que le dan características de un ecosistema único con una alta tasa de biodiversidad; en el mundo ocupan alrededor del 42% de los ecosistemas tropicales (Miles et al., 2006, como se citó en García-Villacorta 2009).

En el Perú los bosques secos abarcan un aproximado de 4,7% del territorio nacional, se extienden en toda la costa norte del país desde Tumbes hasta La Libertad, asimismo, zonas de Cajamarca, Amazonas y Ancash (MINAM, 2015). Estos bosques fueron clasificados en 3 subunidades biogeográficas: BTES Ecuatoriales, Interandinos (Sistema del río Huancabamba, río Marañón, río Mantaro, río Apurímac, otros remanentes menores) y BTES orientales; con una altitud que va desde los 0 a 2 400 msnm (Linares-Palomino, 2004). Debido al laberinto formado por la cordillera, genera una sucesión de diversos pisos ecológicos, los encargados de proporcionar una muy variada composición florística (Sagástegui et al., s.f.). El 32 % de la composición florística del bosque seco, lo conforman familias monotípicas, lo que indica una tasa importante de diversidad beta, confirmando así la alta heterogeneidad de los bosques secos peruanos (Bridgewater et al., 2003, como se citó en Leal-Pinedo 2005).

Los BTES del Marañón, se extienden por los departamentos de Áncash, Huánuco, La Libertad, Amazonas y Cajamarca, presentan un importante grado de biodiversidad; abarca una extensión sobre los 2 millones de hectáreas, de las cuales solo el 0,1 % está protegido. Albergan al menos 440 especies de plantas leñosas (Marcelo-Peña, 2017, como se citó en Lo, 2017).

Las investigaciones realizadas en bosque seco, son escasas, siendo las más destacadas en Tumbes y Piura (Leal-Pinedo y Linares-Palomino, 2005), San Martín (García-Villacorta, 2009) y

zonas de la cuenca del Marañón en Cajamarca (Marcelo-Peña et al., 2007). Pero no hay investigaciones en La Libertad parte media de la cuenca, esta investigación tuvo como finalidad determinar la composición y diversidad florística de una gradiente altitudinal del bosque seco del Marañón, en los centros poblados Vijus y Chagual, zona de amortiguamiento del Parque Nacional del Río Abiseo a fin de obtener información que pueda aportar en la toma de decisiones para la protección de este ecosistema y evitar que siga desapareciendo.

1.1 Descripción del Problema

Desde épocas remotas el hombre ha utilizado las especies silvestres que ha encontrado a su alrededor, dentro de ellos la flora, extrayéndola para sus necesidades, en algunas zonas dándole un uso sostenible y en otras sobre explotando, llegando al punto de ponerlos en peligro. Los BTES son considerados los ecosistemas más amenazados del mundo, con un aproximado de un 60% de su superficie actual extinta, quedando altamente fragmentados. (Sánchez-Azofeifa et al., 2014, como se citó en Márquez-Salazar et al., 2019). Se vienen reduciendo por el desconocimiento de la composición y diversidad florística (Lo, 2017).

Los BTES del sistema del Marañón, así como de los centros poblados Vijus y Chagual, vienen siendo impactados principalmente por presiones como: minería, apertura de carreteras, expansión agrícola, ganadería, incluso factores ambientales como el cambio climático. El estado actual de estos bosques es muy preocupante, desde épocas remotas hasta la actualidad se vienen reduciendo de manera acelerada, sufriendo fragmentaciones, transformaciones, han sido clasificados en la categoría de estado crítico (Lo, 2017), de seguir así, la grave consecuencia sería la desaparición por completo es estos ecosistemas.

Con esta investigación se contribuirá a ampliar datos sobre composición y diversidad florística de una gradiente altitudinal del bosque seco del Marañón en los centros poblados Vijus

y Chagual; generando información que pueda aportar en la toma de decisiones para la protección de este ecosistema, iniciar acciones, desarrollar estrategias de manejo y conservación del bosque seco en el departamento.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la composición y la diversidad florística de una gradiente altitudinal del bosque seco del Marañón, Vijus y Chagual, Pataz, La Libertad?

1.3 Justificación

En la actualidad el problema que enfrenta el BTES del sistema del Marañón, es la reducción acelerada, principalmente por presiones como: minería, apertura de carreteras, expansión agrícola, ganadería, otros. No se han realizado estudios en toda la cuenca, lo cual ha quedado demostrado en investigaciones realizadas en diferentes departamentos del país y en algunas zonas del BTES de este sistema, como Tumbes y Piura (Leal-Pinedo y Linares-Palomino, 2005), San Martín (García-Villacorta, 2009) y zonas de la cuenca del Marañón en Cajamarca (Marcelo-Peña et al., 2007), mostrando alteración, fragmentación y transformación de estos bosques.

El propósito de la investigación es conocer la composición y la diversidad florística de una gradiente altitudinal en el bosque seco del Marañón en los sectores Vijus y Chagual, debido a que hay vacíos y hace falta estudiar la parte media de esta cuenca, proporcionando información que sirva para conocer la riqueza del bosque seco con la que se cuenta en estos centros poblados del departamento, contribuya en la toma de decisiones para promover la protección de estos bosques y evitar que sigan desapareciendo.

Los beneficios sociales del trabajo están encaminados a contribuir con los diferentes actores locales, regionales, nacionales y entes competentes; buscando soluciones al problema de

la reducción de los bosques secos que se presenta en los BTES del Perú y en particular en el sistema del Marañón.

Entre los beneficios metodológicos de la investigación se encuentra el que permitirá desarrollar más las discusiones sobre el tema, especialmente los que están enfocados en composición y diversidad florística de los bosques tropicales estacionalmente secos. Así mismo, sus resultados podrán ser comparados con otras investigaciones del mismo tipo, así como también podrán servir como referente para otros trabajos.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Determinar la composición y la diversidad florística de una gradiente altitudinal del bosque seco del Marañón, Vijus y Chagual, Pataz, La Libertad

1.4.2 Específicos

Determinar la composición florística de una gradiente altitudinal del bosque seco del Marañón.

Cuantificar la diversidad florística alfa y beta de una gradiente altitudinal del bosque seco del Marañón.

1.5 Hipótesis

La composición florística de una gradiente altitudinal, está conformada por 20 especies, 15 géneros y 12 familias, variando en cada piso altitudinal en promedio de 5 especies; mientras que la diversidad florística alfa demuestra que esta variable es alta y la diversidad beta señala que hay diferencias entre gradientes

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Cueva et al. (2019) realizaron un trabajo de efecto de la gradiente altitudinal sobre la composición florística en el bosque seco andino en la Reserva Natural del Cerro Pisaca (RNCP) en Loja, Ecuador; con la finalidad de identificar la composición florística en la gradiente altitudinal de 1 750 msnm a 2 320 msnm; para desarrollar su estudio instalaron 3 parcelas de 60 m x 60 m en forma de L, lo ubicaron cada 200 m; registraron los individuos con DAP \geq 10 cm, para la gradiente altitudinal dividieron en zona alta, media y baja; calcularon los índices de diversidad de Shannon y Simpson. Los resultados que obtuvieron fueron el registro de 1 731 individuos en 34 especies, 33 géneros y 21 familias, los índices calculados indicaron que hubo mayor diversidad en la zona media, además el análisis mostró que la composición florística de las parcelas de la zona alta y media presentaron similitud de especies.

Ferrufino-Acosta et al. (2019) desarrollaron un trabajo de composición y diversidad florística del bosque seco en Honduras, en el valle de Agalta, con el objetivo de determinar la composición florística en ese valle a una altitud de 430 msnm a 760 msnm; para ello establecieron 265 parcelas circulares de manera aleatoria, Siguiendo los métodos propuestos por Bibby et al. (1992), Martin et al. (1997), Nassar et al. (2008) y García-Villacorta (2009), donde registraron todos los individuos con DAP \geq 3 cm, asimismo, calcularon los índices de Shannon-Wiener, el coeficiente de similitud basado en la distancia euclidiana y posteriormente un análisis jerárquico de aglomeración de Ward. Los resultados obtenidos fueron la identificación de 316 especies, en 222 géneros y 76 familias; de acuerdo a los índices calculados indicaron que la diversidad y riqueza fue alta pero poco abundante.

Márquez-Salazar et al. (2019) llevaron a cabo un trabajo de composición y diversidad florística en bosques secos en la Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México; con el objetivo de determinar la composición florística, cuantificar la diversidad alfa, similitud en y entre bosques. El trabajo lo realizaron a una altitud de 0 msnm a 360 msnm, para ello, seleccionaron 4 sitios de muestreo en el bosque tropical caducifolio y bosque espinoso; realizaron 40 transectos de 2 m x 50 m replicados 10 veces y perpendiculares a la pendiente; registraron las especies arbóreas con $DAP \geq 5$ cm, arbustivas y trepadoras $\geq 2,5$ cm, asimismo calcularon los índices de Shannon-Wiener, Pielou, Jaccard con el software EcoStat. Obtuvieron como resultado, el registro de 92 especies, 68 géneros, 28 familias; la riqueza varió de 46 a 57; la heterogeneidad de 3,20 a 3,65 bits/ind para el bosque caducifolio y espinoso respectivamente; la equidad fue alta.

Ruiz & Saab (2020) efectuaron un trabajo en diversidad florística del bosque seco tropical en las subregiones bajo y medio Sinú, en Córdoba, Colombia; con el objetivo de reconocer las especies presentes en ese bosque, determinando su composición florística en seis fragmentos de las dos subregiones. Para desarrollar el trabajo usaron la metodología de parcelas de muestreo rápido de vegetación, para ello establecieron 5 parcelas de muestreo de 4 m x 50 m; así como también calcularon los índices de Fisher, Sorensen. Los resultados que obtuvieron fueron, el registro de 3 514 individuos, 312 géneros, 127 familias; las especies que presentaron mayor abundancia fueron: *Astronium graveolens*, *Capparidistrum ferrugínea*, *Coursetia ferrugínea*, *Dolichandra sp.*, *Hiraea reclinata* y *Ruprechtia costata*.

Fuentes (2019) desarrolló un trabajo de diversidad y composición florística en bosque seco en la comunidad campesina de San Gregorio en San Miguel-Cajamarca con la finalidad de caracterizar los aspectos florísticos del bosque seco en esa comunidad, para ello se basó en la metodología de Gentry (1982) y Phillips y Miller (2002). Instaló 10 transectos de 2 m x 50 m,

asimismo registró y colectó todas las especies forestales con $DAP \geq 2,50$ cm, así como también calculó los índices de diversidad de Margalef, Simpson y Shannon-Wiener. Obteniendo como resultados el registro de 9 especies, distribuidas en 9 géneros y 5 familias, encontrando un total de 136 individuos, los índices calculados indicaron que la diversidad es baja para ese sector; la curva de especie-área indicó que con 10 transectos la diversidad está representada. Las familias con mayor número de individuos fueron Capparaceae y Fabaceae con 3 especies cada una.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Composición Florística

La composición florística es un compilado de especies de flora que se encuentran presentes en un determinado lugar conformando el bosque, teniendo en cuenta principalmente la especie, género, familia y factores como la densidad, distribución y su biomasa del bosque (Krebs, 1999, como se citó en Cano & Stevenson 2009).

Asimismo, la composición florística permite percibir el estado ecológico y las necesidades de manejo que tiene un bosque para iniciar procesos que favorezcan a mantener la biodiversidad y su permanencia en el tiempo (Torres, 2014, como se citó en Lozano et al., 2018).

2.2.2 Diversidad Florística

La diversidad florística es un atributo de las comunidades el cual permite su comparación y tiene como componente principal la riqueza de especies (McIntosh, 1967). Asimismo, este componente hace referencia al número de especies dentro de una comunidad y a las proporciones referentes de cada especie, teniendo en cuenta que se puede encontrar especies dominantes y especies raras dentro de una comunidad (Krebs, 1999). También se indica que la diversidad de especies se encuentra conformada por la riqueza y equidad de especies (Cano & Stevenson 2009); en la diversidad florística en rangos mayores hay una relación directa entre la diversidad y

la precipitación anual, sin embargo, la riqueza de los suelos no influye en la diversidad de especies de un determinado lugar (Gentry, 1988).

2.2.2.1 Riqueza de Especies. Se encuentra representada por el número de especies que conforman un grupo funcional como árboles y arbustos de una determinada área. Así mismo, es un indicador de la capacidad de adaptación y permanencia de un ecosistema, ya que las especies que lo conforman vienen a ser la consecuencia de un largo proceso de adaptación a las condiciones bióticas y abióticas dominantes en un ecosistema (MINAM, 2019).

En el artículo “Estructura de la comunidad”, se define: como el número de especies distintas en una determinada comunidad. Además de ello, las condiciones donde se desarrolla mayor o menor riqueza, siendo las comunidades que presentan alto nivel de riqueza por lo general están presentes en áreas cercanas al ecuador, recibiendo altos niveles de radiación solar, lluvia y cortos periodos estacionales, y las que presentan menor riqueza están situados cerca a los polos. Sin embargo, además de la latitud, hay otros factores que pueden afectar la riqueza de especies de una comunidad (Bear & Rintoul, s.f.).

2.2.2.2 Parámetros de Diversidad. Los parámetros de diversidad se utilizan para la medición de la diversidad a nivel de especies.

Además, la biodiversidad se ha medido como riqueza o número de especies en un área determinada, interactuando estas especies dentro y entre comunidades; así mismo es preciso considerar la medición a través de las diversidades alfa y beta (Moreno, 2001).

a. ***Diversidad Alfa.*** Está representada por el número total de especies presentes en un determinado lugar, también se le conoce como “diversidad específica”, debido a que se expresa mediante una lista de especies reportadas del inventario de todas las unidades muestrales levantadas en campo. La lista de especies debe ser elaborada para cada tipo de vegetación y para

toda el área evaluada, indicando la familia, especie y hábito. Este parámetro permite identificar áreas naturales con determinados valores de diversidad biológica. De igual forma, permite medir y valorar la integridad de la diversidad de especies de flora que pueden ser afectadas por actividades antrópicas (MINAM, 2015).

Índice de diversidad de Margalef. Índice que arroja datos muy concretos, transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra, es decir, mide la riqueza específica de un área, la relación entre individuos y el total de la muestra; considera diversidad baja cuando sus valores son menores a 2, diversidad media cuando sus valores están entre 2 a 5 y diversidad alta cuando superan a 5 (Magurran, 1998, como se citó en Moreno, 2001). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{LnN}$$

Donde:

D_{Mg} = índice de diversidad de Margalef

S = Número de especies

N = Número total de individuos

Índice de dominancia de Simpson. índice que aplica a la cantidad de individuos que hay en una misma especie en una comunidad; influido por la importancia de las especies más dominantes, muestra la probabilidad de que 2 individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Varía entre 0 y 1, cuando el valor se acerca a cero hay mayor diversidad y es menor cuando se acerca a la unidad; todo lo contrario sucede con la dominancia, cuando más se acerca a la unidad hay mayor dominancia de la muestra (Magurran, 1988, como se citó en Moreno, 2001). Se calcula con la siguiente fórmula:

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

Donde:

λ = Índice de Simpson

P_i = Abundancia proporcional de la especie i (número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra).

b. **Diversidad Beta.** Es la variación en el número de especies que existe entre dos hábitats de un mismo ecosistema, es decir permite comparar la diversidad entre ecosistemas. Además, para medir este parámetro de diversidad, se utilizan índices de similitud y disimilitud entre muestras; esta diversidad se calcula a partir de datos cualitativos (presencia/ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie) (MINAM, 2015). La diversidad beta es la relación entre la diversidad gamma y la diversidad alfa, siendo así, el número de comunidades biológicas totalmente diferentes que existen en una región (Razura, 2022).

Coefficiente de similitud de Jaccard. Índice cualitativo, uno de los más utilizados que relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Sus valores varían de 0 a 1; 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios y 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies; también se puede expresar en porcentaje multiplicando por 100 (Magurran, 1988, como se citó en Moreno, 2001). Se calcula con la siguiente fórmula:

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

Donde:

I_J = Coeficiente de similitud de Jaccard

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

2.2.2.3 Curva de Especie-Área. La curva de especie-área, es construida en cada parcela de muestro y por cada unidad vegetal mapeada, una vez terminado de procesar y analizar los datos levantados en el inventario; es conocida también como curva de acumulación de especies.

Así mismo el análisis de la tendencia de la curva que se obtenga en el inventario, permitirá comprobar la eficacia del muestreo en relación al tamaño mínimo de las unidades muestrales. De igual forma, servirá para ajustar el tamaño mínimo establecido de las unidades muestrales en futuros inventarios. Se construye sobre un sistema de ejes X Y (X: unidades de muestreo e Y: número de especies). Cuando la curva se estabiliza indicará que no es necesario aumentar más área o unidades muestrales, ya que con el área evaluada se encontrará representada la diversidad de especies (MINAM, 2015).

2.2.3 *Bosque Tropical Estacionalmente Seco (BTES)*

Bosque tropical estacionalmente Seco (BTES) término acuñado y definido como un bosque conformado por vegetación de menor estatura y su composición florística es menos complicada en comparación con los bosques húmedos tropicales; se requiere de dos a tres meses de sequía para que la composición del bosque cambie de húmedo a bosque seco tropical. Estos bosques aparentemente se encuentran definidos por la estacionalidad y la distribución de lluvias anuales (Murphy y Lugo, 1995). Este tipo de bosques se encuentra en áreas donde la temperatura anual sobrepasa a los 17° C y la precipitación anual va de 250 mm a 2 000 mm. Presentan la mitad o un tercio del total de especies de plantas leñosas en comparación con los bosques húmedos y muy húmedos (Holdridge, 1967). Representan el 42% de los hábitats tropicales y

subtropicales en el mundo y el 22% en Sudamérica (Gentry, 1995). Estimaron que un 54,2% de los que quedan en el mundo están localizados en Sudamérica (Miles et al., 2006).

Ecosistema conformado por vegetación xerofítica, árboles de tamaños más pequeños que los bosques húmedos, en asociación con arbustos, matorrales, cactáceas y herbazales efímeros. Presenta dos estaciones bien marcadas una seca y una lluviosa. Albergan alta biodiversidad, con una gran cantidad de especies endémicas. Entre su flora, los árboles que destacan es el guayacán, hualtaco, ceibo y, especialmente, el algarrobo (MINAM, 2019).

2.2.3.1 Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) del Perú. Perú no ha sido ajeno a los problemas de distintas definiciones del bosque seco, su distribución y su composición florística. Sin embargo, Pennington et al. (2000) en su definición de bosques secos del Neotrópico le da un sentido más amplio, quedando de la siguiente manera: Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) son los que presentan precipitación anual menor a 1600 mm, con una temporada seca de 5 meses a 6 meses; con procesos ecológicos estacionales. Además, su flora es de menor estatura y área basal a comparación con los bosques tropicales húmedos.

En el Perú, debido al laberinto formado por la cordillera genera una sucesión de diversos pisos ecológicos desde el mar tropical, desierto, bosque seco, bosques templados, jalca, valles cálidos, ceja de selva y bosques tropicales amazónicos, los que están encargados de una muy variada composición florística (Sagástegui et al., s.f.). El 32 % de la composición florística del bosque seco lo conforman familias monotípicas, lo que indica una tasa importante de diversidad beta, confirmando así la alta heterogeneidad de los bosques secos peruanos (Bridgewater et al., 2003). Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) del Perú, fueron clasificados en 3

subunidades biogeográficas: Subunidad de BTES ecuatoriales, de BTES interandinos y de BTES orientales (Linares-Palomino, 2004).

2.2.3.2 BTES del Sistema del Marañón. Se extienden por los departamentos de Áncash, Huánuco, La Libertad, Amazonas y Cajamarca; tienen la apariencia de un desierto, sin embargo, presenta una inmensidad de vegetación; abarca una extensión sobre los 2 millones de hectáreas, de las cuales solo el 0,1 % está protegido. Estos bosques quedaron aislados por millones de años, debido a los distintos movimientos de la tierra, motivo por el cual se formaron cordilleras y un valle encañonado, dando paso a las montañas y la cordillera central, las cuales no permiten el movimiento de vientos, precipitaciones y nubes amazónicas que puedan llegar hasta el Marañón. Todo ello ha permitido mantener las características originales de su composición. Estos bosques son extremadamente ricos en biodiversidad, albergan al menos 440 especies de plantas leñosas (Marcelo-Peña, 2017, como se citó en Lo, 2017).

En la zona del Valle del Marañón se presenta una riqueza muy importante en cactáceas (Bridgewater et al., 2003), estos bosques son muy importantes por el grado de diversidad que presentan, señalan (Murphy & Lugo, 1995); asimismo, se muestra altos niveles de diversidad presentados en el Norte del Perú, con más de 715 especies (Sagastegui et al., 1999).

2.2.3.3 Composición Florística del BTES. En el instrumento que ejecuta las directrices de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, se señala que los bosques secos están compuestos florísticamente por especies xerófitas, que son características de formaciones secas tropicales, además se caracterizan por la diversidad de especies, debido especialmente a la exposición a periodos largos de sequía y temperaturas extremas (Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible de Colombia, 1998).

Las familias Fabaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Cactaceae, Rubiaceae y Malvaceae, son caracterizadas como las más importantes en estos bosques y uno de los géneros más representativo y más común en este tipo de bosque, es la *Bursera* (Bravo et al., 2016); demostrado en diferentes estudios e investigaciones de composición florística de los bosques secos en el continente americano (Pennington et al., 2009).

Dentro de la composición florística del BTES del sistema del Marañón está el árbol predominante y característico *Eriotheca ruizii* conocido comúnmente como “pati” o “pate” (Malvaceae); luego como componentes secundarios dependen de las localidades, en algunos sectores se encuentran acompañados por *Parkinsonia praecox* “palo verde”, *Parkinsonia peruviana*, *Maraniona lavinii*, *Vachellia macracantha* “faique” (Fabaceae), *Jacaranda acutifolia* (Bignoniaceae), *Cedrela kuelapensis* (Meliaceae) y/o *Pseudobombax cajamarcanum* (Malvaceae); de igual modo de los cactus arborescentes, siendo los más representativos *Armatocereus rauhii*, *Browningia pelleifera* y *Espostoa mirabilis*. Hasta el momento ha sido muy difícil documentar la diversidad de flora en los agrestes BTES del Marañón, siendo uno de los motivos principales el financiamiento (Sagástegui et al., s.f.).

2.2.3.4 Diversidad Florística en los BTES del Perú. La diversidad florística presente en el norte del Perú es sorprendente, en sus estudios realizados indica que siguen encontrando nuevas especies en distintos ambientes. Los esfuerzos realizados no solo son para describir las especies, sino se trata de buscar explicación a las causas que originan mayor o menor diversidad en las distintas áreas. El norte del Perú presenta una variedad de climas, geología y topografía, los que han favorecido a un amplio rango de biodiversidad, en comparación a los departamentos contiguos del norte y sur; se presentan aproximadamente 12 zonas de vida diferentes, incluyendo formaciones desérticas tropicales y subtropicales, matorrales, bosques y páramos. Es preciso considerar además de los factores que influyen en la biodiversidad en el país, jugaría un rol muy importante la Deflexión de Huancabamba, compuesta por una serie de bajas y protegidas montañas con profundos valles secos. La región que rodea a la Deflexión ha sido reconocida como una fuente muy importante de diversidad en diversos grupos de plantas; en los departamentos de la Deflexión (Piura, Cajamarca y Amazonas) se cuenta con al menos 715 especies (Sagástegui et al., s.f.).

De igual forma se confirma la diversidad florística de los BTES de Perú, atribuyendo a las variables climáticas, edáficas, y topográficas propias de cada región, es señalado por Gálvez (2013) en su investigación, indicando que es una de las primeras realizadas en los valles secos interandinos peruanos. La diversidad beta es alta y se manifiesta en la particularidad de especies de flora entre regiones geográficas (Linares-Palomino et al., 2011).

2.2.3.5 Diversidad Florística en los BTES del Marañón. Los BTES del sistema del Marañón han tomado relevancia por presentar alto grado de diversidad (Sagastegui et al., 1999). Queda mucho por entender sobre los patrones de diversidad florística de muchos parches separados de los bosques estacionalmente secos del sistema del Marañón (Marcelo-Peña, 2007). Asimismo, luego de realizar más estudios, se precisa que los Bosques Secos del Marañón presenta un importante grado de diversidad en géneros, albergando un aproximado de 440 especies de plantas leñosas, que abarcan un aproximado de 33% del total de la flora (Lo, 2017). El valle del Marañón es relevante por su alto nivel diversidad, su vegetación característica de bosque seco, es de fácil reconocimiento a pesar de otros tipos de vegetación que existe (González et al., 2020).

2.2.4 Bases metodológicas

En los estudios de vegetación, por lo general no es útil medir y enumerar todos los individuos de la comunidad, se debe realizar muestreos y estimar el valor de los parámetros de la población. Aun siendo posible localizar y medir todas las unidades de población, siendo de este modo, solo se obtendría el valor del parámetro y no su estimación, convirtiéndose en información no más útil ni más significativa que la procedente de un muestreo apropiado (Matteucci y Colma, 1982).

El muestreo es el inventario de tipos de vegetación, el mismo que consiste en levantar información cuantitativa y cualitativa en pequeñas áreas específicas, para poder determinar los valores de sus parámetros. Para realizar el muestreo existen diversos pasos como: identificación y delimitación de la zona de estudio, selección de la zona de estudio, cálculo del tamaño mínimo de la muestra, determinación del tipo de unidades de muestreo, forma y distribución espacial de las unidades de muestreo. (MINAM, 2019).

2.2.4.1 Muestreo Aleatorio Estratificado. Tipo de muestreo que requiere estratificar el área de estudio, además de ello la selección de las muestras es aleatoria, pero solo al interior de cada estrato (MINAM, 2015).

2.2.4.2 Muestreo Sistemático Estratificado. Muestreo que implica que la distribución de muestras sigue un patrón sistemático al interior de cada estrato. Es favorito porque permite detectar variaciones dentro de cada estrato, su aplicación es más sencilla en el campo, en condiciones poco accesibles. Además, ofrece una mejor estimación que el muestreo sistemático sin estratificar (MINAM, 2015).

2.2.4.3 Tamaño de la Unidad Muestral. Es la unidad básica de análisis sobre la que se hace el registro de la flora y las mediciones de sus variables. En la práctica se ha comprobado que, a medida que aumenta la superficie a inventariar, aumenta el número de especies; al comienzo bruscamente y luego más lento, hasta que es muy bajo o nulo.

Para determinar el tamaño mínimo de la unidad muestral se basó en el análisis de la curva especie-área producto de inventarios piloto realizados con tal fin en algunos ecosistemas del país. Ecosistemas como bosques de la amazonía tropical o selva baja, bosques de la yunga o selva alta, bosques relictos andinos, bosques secos de la costa y matorrales andinos. Se complementó con datos de parcelas de muestreo levantadas en otros inventarios realizados en el país.

Con los tamaños mínimos propuestos, se espera registrar por lo menos el 50 % de la flora existente en cada tipo de vegetación (MINAM, 2015). Se presenta el siguiente cuadro:

Unidades del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal	Tamaño mínimo de la unidad muestral (ha)
Bosque de la región amazonía tropical (selva baja)	0,50
Bosque con palmeras (selva baja y selva alta)	0,40
Palmerales (selva baja y selva alta)	0,25

Bosque de la yunga (selva alta): piedemonte, basimontano y montano	0,50
Bosque de la yunga (selva alta): altimontano	0,25
Bosque de la región andina: montano occidental andino, bosque de coníferas	0,25
Bosque de la región andina: relictos mesoandino y altoandino	0,04
Bosque de la región costa	0,50
Pacal	0,025

2.2.4.4 Formas y distribución de unidades de muestreo. Según MINAM (2015) las unidades de muestreo pueden estar representadas por distintas figuras geométricas como círculos, cuadrados o rectángulos.

Parcelas circulares, muestran menor efecto de borde; es decir, menor relación perímetro/superficie, por ende, menor probabilidad de que los individuos se encuentren en el límite de la parcela. Para bosques naturales abiertos o plantaciones forestales, la delimitación de la parcela y el levantamiento de información, es fácil y efectivo, pudiendo usar círculos de hasta 30 m de radio; sin embargo, en bosques densos y con árboles inmensos, no hay visibilidad, teniendo que reducir el tamaño del radio.

Parcelas cuadradas, bastante aplicada en inventarios de bosques; son muy efectivas pero trabajosas, debido a que hay que tener mucho cuidado en el barrido de las subparcelas, sobre todo cuando el bosque es denso.

Parcelas rectangulares, muy usadas debido a su fácil aplicación para medir y controlar el registro de información, tanto en bosques densos como abiertos; permite evaluar las variables mientras se camina en línea recta, sin desplazarse mucho hacia los lados; así como también es

posible tomar las medidas desde afuera de la unidad, cuando hay que mantener las condiciones intactas dentro de la unidad.

Las parcelas serán distribuidas en el terreno con una separación de por lo menos 500 m entre ellas y al interior de cada tipo de vegetación, cuyo número será proporcional al tamaño de cada estrato o tipo de vegetación. Para las formaciones arbustivas o matorrales propiamente dichos, se puede utilizar cualquiera de las formas de las parcelas que se utilizan para el componente arbóreo.

Para el establecimiento de las parcelas y subparcelas se tomará en consideración lo mencionado en el siguiente cuadro.

Subparcela de 2 m x 0,5 m	Subparcela de 5 m x 2 m	Subparcela de 20 m x 5 m	Parcela entera de 50 m x 20 m
Se consideran las plantas herbáceas y plántulas de menos de 40 cm de alto	Se consideran los arbustos y árboles con un DAP (diámetro a la altura del pecho) ≥ 1 cm, con un PAP (perímetro a la altura del pecho) aproximado de 3,1 cm. Además, se incluyen plantas de 3 m de alto.	Se consideran todos los árboles con un DAP (diámetro a la altura del pecho) ≥ 5 cm, con un PAP (perímetro a la altura del pecho) aproximado de 16 cm. Además, se incluyen plantas de 3 m alto.	se consideran todos los árboles con un DAP (diámetro a la altura del pecho) ≥ 10 cm, con un PAP perímetro a la altura del pecho) aproximado de 31,4 cm. Además, se incluyen plantas de 3 m de alto.
Determinación de especies y medición (número de individuos y estimaciones de altura y cobertura por subparcela)			Determinación de especies y medición ((número de individuos y estimaciones de altura y cobertura por subparcela), excepto las áreas de las subparcelas evaluadas.

2.2.4.5 Tamaño mínimo de la muestra. Es el número de unidades muestrales o parcelas mínimamente requeridas para realizar el inventario en cualquier metodología propuesta.

Estas parcelas serán distribuidas en los tipos de vegetación resultantes de la subdivisión de las unidades del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, de manera proporcional al tamaño de la superficie total a evaluar.

Para el cálculo del tamaño mínimo de la muestra, se utilizará la siguiente ecuación (versión modificada de la ecuación propuesta en los “Lineamientos para elaborar el Plan General de Manejo Forestal”) para concesiones forestales con fines maderables, aprobado por la Resolución Jefatural N° 109-2003-INRENA.

$$N = a + b(S)$$

Donde:

N = superficie total de la muestra (ha)

S = superficie total a evaluar (ha)

$a = 5$

$b = 0,001$

Luego de determinar la superficie total de la muestra (N), se procede a dividir este valor entre el tamaño de la unidad muestral para cada tipo de cobertura vegetal. Este número resultante representa el número de unidades muestrales a utilizar y será distribuido en cada tipo de vegetación.

Otra forma de cálculo del tamaño mínimo de la muestra (para el caso de especies arbóreas, palmeras arborescentes y helechos arborescentes) es mediante el uso de una fórmula que está en función de la variabilidad y precisión del parámetro que se quiere evaluar como el volumen maderable o biomasa de un bosque:

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

Donde:

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)

2.3 Definición de Términos

a. *Bosque Tropical Estacionalmente Seco*

Ecosistema conformado por vegetación xerofítica, árboles de tamaños más pequeños que los bosques húmedos, en asociación con arbustos, matorrales, cactáceas y herbazales efímeros. Presenta dos estaciones bien marcadas una seca y otra lluviosa. Albergan una alta biodiversidad, con una gran cantidad de especies endémicas. Entre su flora, los árboles que destacan es el guayacán, hualtaco, ceibo y especialmente el algarrobo (MINAM, 2019).

b. *Composición Florística*

Compilado de especies de flora que se encuentran presentes en un determinado lugar conformando el bosque, teniendo en cuenta principalmente la especie, género, familia y factores como la densidad, distribución y biomasa del bosque (Krebs, 1999).

c. *Diversidad Florística*

La diversidad florística se encuentra conformada por la riqueza y equidad de especies (Cano & Stevenson, 2009).

d. *Parámetros de Diversidad*

Se utilizan para la medición de la diversidad al nivel de especies. Además, la biodiversidad se ha medido como riqueza o número de especies en un área determinada, interactuando dentro y entre comunidades; así mismo es preciso considerar la medición a través de las diversidades alfa y beta (Moreno, 2001).

e. *Diversidad Alfa*

Es el número total de especies presentes en un determinado lugar, también se le conoce como “diversidad específica”, debido a que se expresa mediante una lista de especies reportadas del inventario de todas las unidades muestrales levantadas en campo (MINAM, 2015).

f. *Diversidad Beta*

La diversidad beta es la variación en el número de especies que existe entre dos hábitats de un mismo ecosistema, es decir permite comparar la diversidad entre ecosistemas. (MINAM, 2015).

g. *Curva de Especie-Área*

La curva de especie-área, es la construcción de una curva, teniendo en cuenta la especie y el área trabajada en cada parcela de muestro y por cada unidad vegetal mapeada una vez terminado de procesar y analizar los datos levantados en el inventario; es conocida también como curva de acumulación de especies (MINAM, 2015).

CAPÍTULO III

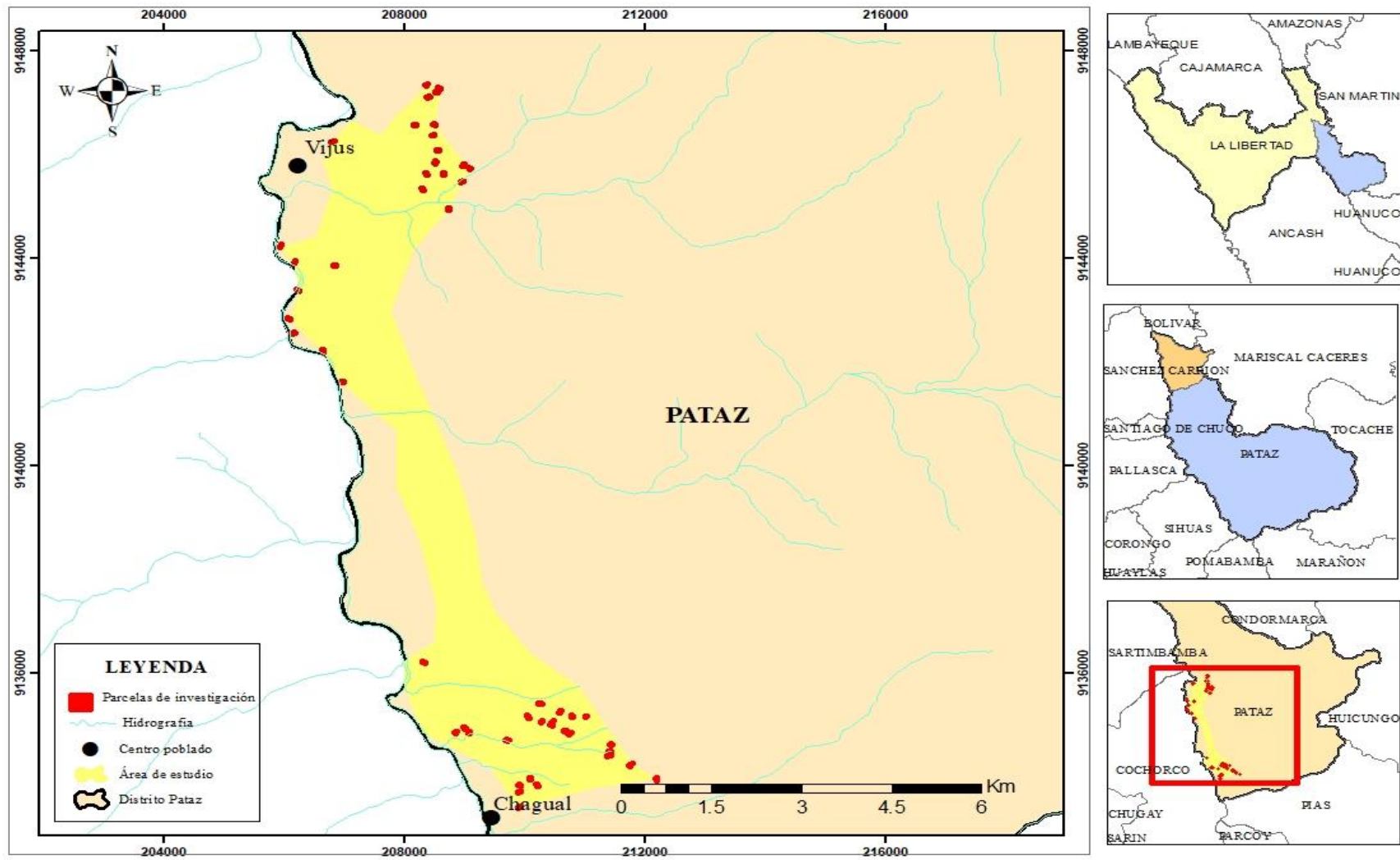
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

La presente investigación se realizó en los remanentes de Bosque Tropical Estacionalmente Seco del Marañón, en los centros poblados Vijus y Chagual, distrito y provincia de Pataz, departamento de La Libertad; ubicados en la margen derecha del río Marañón, a una altitud de 1 240 msnm a 2 140 msnm en Chagual y 1 200 msnm a 2 100 msnm en Vijus, como se puede observar en la Figura 1.

Figura 1.

Mapa de ubicación de la zona de estudio



3.1.1 Accesibilidad

Existen dos accesos a la zona de estudio, los cuales se detallan a continuación: partiendo de la ciudad de Trujillo, se recorre en vehículo por una vía asfaltada una distancia de 184 km, con una duración aproximada de 4 h para llegar a la ciudad de Huamachuco, posteriormente se recorre 134 km, vía afirmada, con una duración de 5 h para llegar al centro poblado Chagual y finalmente por vía afirmada, con una duración de 40 min, se recorre 15 km para llegar al centro poblado Vijus.

Se parte de la ciudad de Cajamarca, por vía asfaltada se recorre 125 km, con una duración aproximada de 3 h en vehículo para llegar a la provincia de Cajabamba; luego se recorre 22 km, vía asfaltada, con una duración de 2 h para llegar a la ciudad de Huamachuco; continuando un recorrido de 134 km, vía afirmada, con una duración de 5 h para llegar al centro poblado Chagual y finalmente por vía afirmada, con una duración de 40 min, se recorre 15 km para llegar al centro poblado Vijus (INGEMMET, 2019).

3.1.2 Fisiografía

El relieve del BTES en los centros poblados Vijus y Chagual, presenta laderas fuertemente empinadas que van de 30° a 60°, terminando en un estrecho valle del río Marañón sobre rocas calcáreas; donde se puede visualizar pequeñas playas, restos de terrazas y/o conos proluviales, los cuales fueron formados debido al acontecimiento de numerosos huaycos (flujos de detritos), que ocurrieron en años pasados; con la presencia de un gran abanico donde se asienta la población del centro poblado Vijus, limitados por pizarras y filitas (Calderón, 2017).

3.1.3 Climatología

Los centros poblados Vijus y Chagual presentan un clima desértico, considerado como BWK de acuerdo a la clasificación climática de Köpen-Geiger, especialmente en los meses de

estiaje que van desde mayo a noviembre; disminuyendo así el caudal del río Marañón y sus tributarios. Las precipitaciones se presentan generalmente desde los meses de noviembre a abril, con precipitaciones promedio de 5 mm. La temperatura es variable dependiendo de la cota, a orillas del río Marañón 1 200 msnm llega entre 35° a 40 ° C, en la cota 1 700 msnm a 2 400 msnm el clima es templado (Calderón, 2017).

3.1.4 Zona de vida

Según la clasificación de Holdridge, el área de investigación, se encuentra entre las zonas de vida Bosque seco premontano tropical (bs-PT) y Monte espinoso premontano tropical (Mte-PT) (MINAM, 2009).

3.1.5 Vegetación

El BTES del Marañón, presenta un tipo de vegetación xerofítica determinada por el clima y la topografía abrupta; formada por árboles y arbustos que pierden parte o el total de su follaje en la época seca. La época seca puede durar de 6 a 8 meses, dando paso a una corta temporada de lluvias donde los árboles, arbustos y cactus reverdecen, asimismo brotan desde el suelo numerosas hierbas de pequeño y mediano tamaño de manera presurosa.

El árbol predominante y característico a lo largo de la cuenca es, *Eriotheca ruizii* reconocido por su nombre local como “pati” o “pate” (Malvaceae). Los elementos secundarios dependen de las localidades, en algunos sectores se encuentran acompañando al “pate” *Parkinsonia praecox* “palo verde” o “canaquil”, *Parkinsonia peruviana* “canaquil”, *Maraniona lavinii*, *Vachellia macracantha* “faique” (Fabaceae); *Jacaranda acutifolia* (Bignoniaceae); *Cedrela kuelapensis* (Meliaceae); *Pseudobombax cajamarcanum* (Malvaceae). De igual manera los cactus arborescentes también son un componente importante, siendo los más considerables *Armatocereus rauhii*, *Browningia pelleifera* y *Espostoa mirabilis* (González et al., 2020).

3.1.6 Actividades económicas

Las principales actividades económicas realizadas por los pobladores de los centros poblados Vijus y Chagual, es en primer lugar la pequeña minería de oro (Au) y plata (Ag); seguido de la agricultura, realizando cultivos como yuca, camote, papa; frutales como mango, papaya, cítricos, otros y en menor escala comercio de productos de la zona; negocios de restaurantes y por último ganadería (INGEMMET, 2019).

3.1.7 Hidrografía

El área de estudio se encuentra ubicada en la margen derecha de la cuenca del río Marañón, uno de los principales afluentes del río Amazonas, el cual está ubicado entre la Cordillera Occidental y Central de los Andes del Perú, abarcando una superficie aproximada de 6 438,07 km² en el departamento de La Libertad. Asimismo, en el departamento de La Libertad sus principales afluentes son: por su margen izquierdo río Chusgón, Gansul, San Sebastián y por su margen derecho río Cajas, Parcoy, Lavasen y Cujibamba (INGEMMET, 2019).

3.2 Materiales

Tabla 1.

Materiales y equipos utilizados durante el desarrollo de la investigación de Tesis

Materiales	Equipos
Formato de registro de datos	Gps
Libreta de campo	Cámara fotográfica
Prensa botánica	Estufa
Driza o sogá	Lupa con luz incorporada
Papel secante	Estereoscopio
Láminas de cartón	
Tijera de podar	
Machete	
Wincha	
Cinta métrica	
Láminas de cartulina foldcote calibre 12	
Papel kraft	
Adhesivos	

3.3 Metodología

El enfoque de la presente investigación fue cualitativo-cuantitativo, transeccional o transversal (en una sola fase); de tipo no experimental y de diseño descriptivo.

3.3.1 Variables

- Composición florística
- Diversidad florística

3.3.2 Unidad de Análisis

Está constituido por una gradiente de bosque seco del Maraón, comprendido en los centros poblados Vijus y Chagual, Pataz – La Libertad.

3.3.2.1 Población y Muestra

Población. Conformada por todas las especies leñosas que se encontraban sobre las 990 ha de bosque seco de los centros poblados Vijus y Chagual.

Muestra. Estuvo constituida por 50 parcelas rectangulares de 50 m x 20 m, distribuidas en forma sistemática y estratificada, cada 300 m, obteniéndose 3 zonas: alta, media y baja. Asimismo, en cada una de ellas se distribuyeron las parcelas al azar en toda la gradiente, 9 en la zona baja, 8 en la zona media y 8 en la zona alta.

Para determinar la muestra se utilizó la siguiente fórmula (MINAM, 2015):

$$N = a + b(S)$$

Donde:

N = Superficie total de la muestra (ha)

S = Superficie total a evaluar del área del proyecto (ha)

$a = 5$

$b = 0,001$

La superficie total a evaluar del área del proyecto fue de 990 ha, por lo tanto:

$$N = a + b(S)$$

$$N = 5 + 0,001(990)$$

$$N = 5 \text{ ha}$$

Así mismo, el tamaño mínimo de la unidad muestral es 0,50 ha; para bosque seco, de acuerdo a la Unidad del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal de: bosque de la región costa, según el tipo de cobertura vegetal (MINAM, 2015).

Entonces, se determinó el número de unidades muestrales a utilizar, de la siguiente manera:

$$UM = \frac{N}{0,50ha}$$

$$UM = \frac{5 ha}{0,50 ha}$$

$$UM = 10$$

Resultando 10 unidades muestrales de 5 000 m² (0,50 ha) cada una. Teniendo en cuenta las consideraciones para la evaluación de parcelas, el tamaño recomendable es de 50 m x 20 m (1 000 m²) (MINAM, 2015).

Por todo lo antes visto, se instalaron 50 parcelas de 50 m x 20 m (1 000 m²), en los centros poblados Vijus y Chagual en el distrito de Pataz. La validez del muestreo se comprobó con la curva de especie-área.

3.3.3 Técnicas de Recolección, Procesamiento y Análisis de Datos

3.3.3.1 Técnicas de recolección de datos. En cada parcela se registraron todos los individuos con ≥ 5 cm de DAP. Los datos registrados fueron: especie, nombre común, número de parcela, zona, coordenadas, altitud y centro poblado. Se colectaron cuatro muestras botánicas para la identificación de la especie, que consistió en ramitas terminales de 30 cm de longitud aproximadamente. Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al Herbario de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca, para continuar con el proceso de herborización.

Una vez en el Herbario las muestras se acondicionaron en prensas de madera y luego colocadas en una estufa eléctrica por un lapso de 4 días; el montaje fue realizado en láminas de cartulina foldcote calibre 12, de dimensiones 30 cm x 40 cm, fijando la muestra con adhesivos y finalmente se identificaron los especímenes con el apoyo del especialista del Herbario. En este proceso fue necesario el uso de bibliografía especializada y especímenes identificados tanto

físicos como virtuales. Finalmente se fijaron etiquetas con información taxonómica, geográfica, morfológica y de colecta (Rodríguez & Rojas, 2002).

3.3.3.2 Procesamiento de datos. Los datos registrados en campo fueron procesados en hojas de cálculo Microsoft Excel 2019 y software Past ver. 4.12.

a. **Composición florística.** Con los datos registrados de la identificación de especies, mediante un listado se complementó con la clasificación por familias y se determinó el número total de especies, géneros y familias.

b. **Diversidad florística.** Para cuantificar la diversidad florística se utilizaron los índices de diversidad alfa (α) y beta (β) (Moreno, 2001).

- **Diversidad alfa (α).** Para calcular esta diversidad se utilizaron los siguientes índices:

Índice de diversidad de Margalef. Índice que proporciona datos muy concretos, mide la riqueza específica de un área y la relación entre individuos y el total de la muestra; considera diversidad baja cuando sus valores son menores a 2, diversidad media cuando sus valores están entre 2 a 5 y diversidad alta cuando superan a 5. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{LnN}$$

Donde:

D_{Mg} = índice de diversidad de Margalef

S = Número de especies

N = Número total de individuos

Índice de dominancia de Simpson. índice que aplica a la cantidad de individuos que hay en una misma especie en una comunidad, muestra la probabilidad de que 2 individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Varía entre 0 y 1, cuando el valor se acerca a cero

hay mayor diversidad y es menor cuando se acerca a la unidad; todo lo contrario, sucede con la dominancia cuando más se acerca a la unidad hay mayor dominancia (homogeneidad) de la muestra y se calculó con la siguiente fórmula:

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

Donde:

λ = Índice de Simpson

P_i = Abundancia proporcional de la especie i (número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra).

- **Diversidad beta (β).** Para calcular esta diversidad se utilizó el siguiente índice:

Coefficiente de similitud de Jaccard. Índice cualitativo, uno de los más utilizados, relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Sus valores varían de 0 a 1; 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios y 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies; también se puede expresar en porcentaje multiplicando por 100. Se calculó con la siguiente fórmula:

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

Donde:

I_J = Coeficiente de similitud de Jaccard

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

Curva especie-área

Se desarrolló con el fin de determinar el área mínima de la unidad muestral, se construyó sobre un sistema de ejes X Y (X: unidades de muestreo e Y: número de especies). Cuando la

curva tiende a estabilizarse indicará que no es necesario aumentar más área o unidades muestrales, ya que con el área evaluada se encontrará representada la diversidad de especies.

3.3.3.3 Análisis de datos. En esta fase del procedimiento para el desarrollo del estudio, se realizó el análisis de:

a. *Composición florística.* Se comparó la cantidad total de familias, géneros, especies e individuos y los nuevos registros para la zona de estudio. Asimismo, de los nuevos registros se realizó la comparación entre familias y se determinó las más abundantes, las menos abundantes; con mayor y menor número de géneros; con mayor y menor número de especies; la cantidad total de individuos y especies, en los centros poblados Vijus y Chagual en conjunto; de igual forma para cada centro poblado.

b. *Diversidad florística.* En este parámetro, para la diversidad alfa, se determinó si la diversidad es baja, media o alta; para ello se realizó el análisis de los registros de especies presentes en los centros poblados Vijus y Chagual en un solo bloque, asimismo se analizó por cada zona de la gradiente y por parcela.

Para la diversidad beta se analizó la similitud de especies o las especies que se encuentran presentes en ambos sitios; para ello se comparó los registros de las especies presentes en cada centro poblado, en las zonas (baja, media y alta) de la gradiente altitudinal.

Curva especie-área: Se construyó en relación al número de especies acumuladas en las 50 parcelas, sobre un sistema de ejes XY hasta encontrar la estabilidad de la curva y se comprobó si el tamaño de la unidad muestral es el adecuado, con esto se demostró que se encuentra representada la diversidad de especies y no es necesario aumentar más área o unidades muestrales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición Florística

En la gradiente del bosque tropical estacionalmente seco del Marañón comprendido en los centros poblados de Vijus y Chagual, se registraron un total de 1 173 individuos leñosos, distribuidos en 35 especies, 31 géneros y 19 familias. Las familias más abundantes fueron Fabaceae y Malvaceae con 484 y 312 individuos respectivamente, las menos abundantes Apocynaceae, Amaranthaceae, Scrophulariaceae, Rutaceae, Oleaceae y Muntingiaceae con 1 individuo cada una; las familias con mayor número de especies fueron Fabaceae con 8 especies, Cactaceae con 5 especies, Malvaceae con 4 especies y el resto de familias con 1 y 2 especies; las familias con más géneros fueron Fabaceae con 7 géneros, Cactaceae con 4 géneros el resto de familias con 1 y 2 géneros. Asimismo, la especie más abundante fue *Eriotheca discolor* (Kunth) A. Robyns, seguida de la *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Seigler & Ebinger, siendo las menos abundantes *Vallesia glabra* Link, *Iresine weberbaueri* Suess., *Buddleja interrupta* Kunth, *Casimiroa edulis* La Llave, *Schrebera americana* Gilg, *Muntingia calabura* L. Se muestran en la Tabla 2, Figura 2 y 3, Anexos del 1 al 6.

Tabla 2.

Composición florística de una gradiente altitudinal de BTES del Marañón, centros poblados Vijus y Chagual

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia	Hábito
1	“flor blanca”	<i>Iresine weberbaueri</i> Suess.	AMARANTHACEAE	arbusto
2	“molle”	<i>Schinus molle</i> L.	ANACARDIACEAE	árbol
3	“chirimoya silvestre”	<i>Annona cherimola</i> Mill.	ANNONACEAE	árbol
4		<i>Vallesia glabra</i> Link	APOCYNACEAE	arbusto
5	“arabisco”	<i>Jacaranda acutifolia</i> Bonpl.	BIGNONIACEAE	árbol
6	“palo santo”	<i>Bursera graveolens</i> Triana & Planch.	BURSERACEAE	árbol
7	“pitahaya silvestre”	<i>Armatocereus rauhii</i> Backeb.	CACTACEAE	cactus
8	“llulla”	<i>Browningia pilleifera</i> (F. Ritter) Hutchison	CACTACEAE	cactus
9	“culsón blanco”	<i>Espostoa lanata</i> (Kunth) Britton & Rose	CACTACEAE	cactus
10	“culsón marrón”	<i>Espostoa mirabilis</i> F. Ritter	CACTACEAE	cactus
11	“tuna silvestre”	<i>Opuntia quitensis</i> F.A.C.Weber	CACTACEAE	cactus
12	“lup lup”	<i>Clusia rigida</i> M.H.G.Gust.	CLUSIACEAE	árbol
13	“cocacina”	<i>Erythroxylum novogranatense</i> (D.Morris) Hieron.	ERYTHROXYLACEAE	árbol
14	“ortiga de león”, “huanarpo”	<i>Cnidoscolus pavonianus</i> (Müll. Arg.) Fern. Casas	EUPHORBIACEAE	arbusto
15	“hualango”	<i>Vachellia aroma</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	FABACEAE	árbol
16	“hualango”	<i>Vachellia macracantha</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Seigler & Ebinger	FABACEAE	árbol

17	“cushpano”	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W.Grimes	FABACEAE	árbol
18	“lanche”	<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	FABACEAE	árbol
19	“canaquil”	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins	FABACEAE	arbusto
20	“guayo”, “guayobil”	<i>Piptadenia weberbaueri</i> Harms	FABACEAE	árbol
21	“changiyali”	<i>Senna pallida</i> var. <i>pallida</i> (Vahl) H.S.Irwin & Barneby	FABACEAE	arbusto
22	“taya”	<i>Tara spinosa</i> (Molina) Britton & Rose	FABACEAE	árbol
23	“pate”	<i>Eriotheca discolor</i> (Kunth) A. Robyns	MALVACEAE	árbol
24	“pate”	<i>Eriotheca peruviana</i> A. Robyns	MALVACEAE	árbol
25	“pate”	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	MALVACEAE	árbol
26	“choclio”	<i>Pseudobombax cajamarcanus</i> Fern.Alonso	MALVACEAE	árbol
27	“cedro”	<i>Cedrela kuelapensis</i> T.D.Penn.& Daza	MELIACEAE	árbol
28	“chinrri”	<i>Muntingia calabura</i> L.	MUNTINGIACEAE	árbol
29	“lloque negro”	<i>Schrebera americana</i> Gilg	OLEACEAE	árbol
30		<i>Ruprechtia aperta</i> Pendry	POLYGONACEAE	arbusto
31	“guayabilla”	<i>Ruprechtia apetala</i> Wedd.	POLYGONACEAE	árbol
32	“chalarina silvestre”	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave	RUTACEAE	árbol
33	“chamana”	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	SAPINDACEAE	arbusto
34	“choloque”	<i>Sapindus saponaria</i> L.	SAPINDACEAE	árbol
35	“quisuar”	<i>Buddleja interrupta</i> Kunth	SCROPHULARIACEAE	arbusto

Figura 2.

Individuos por especie del bosque seco del Marañón, centros poblados Vijus y Chagual

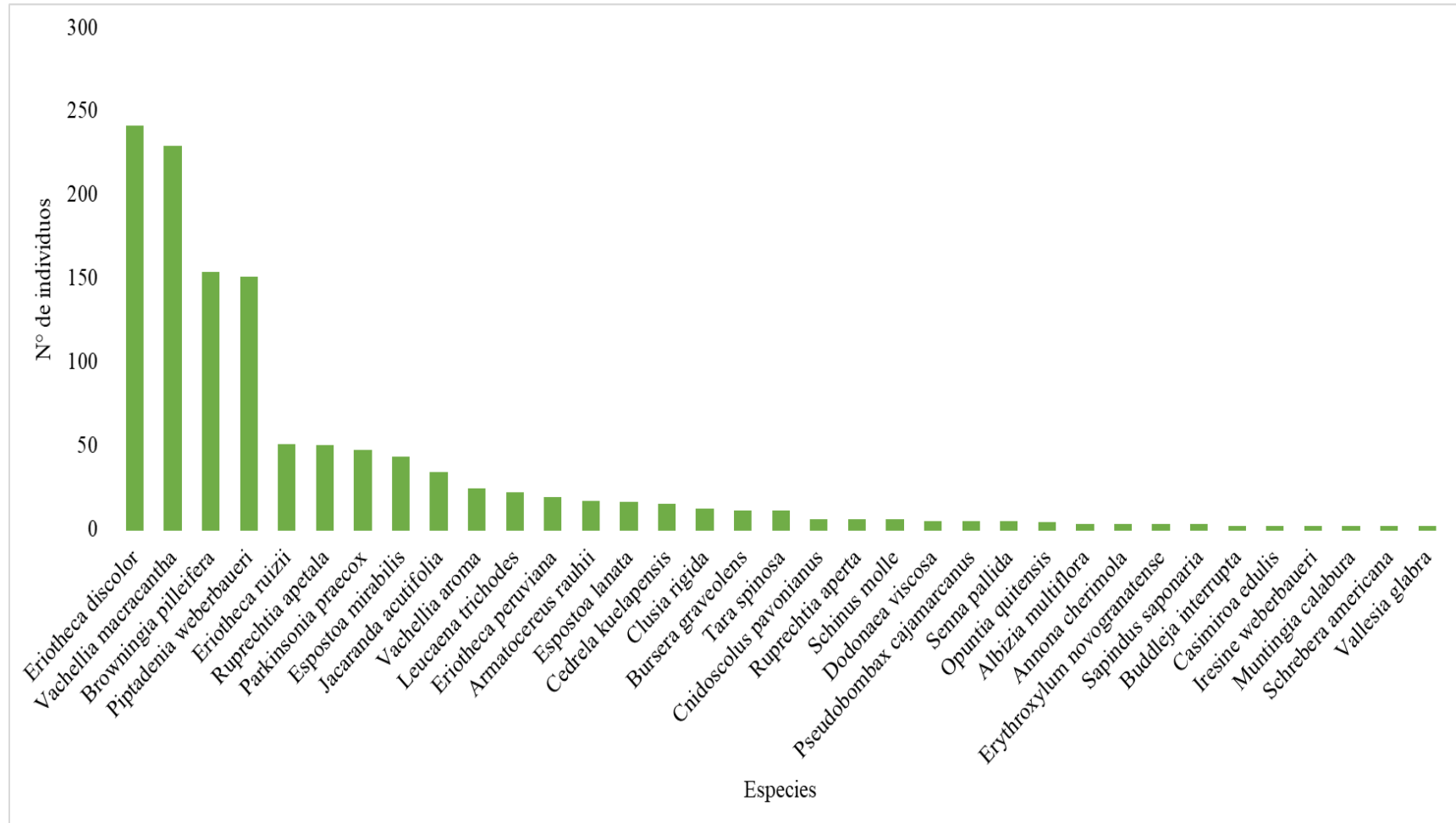
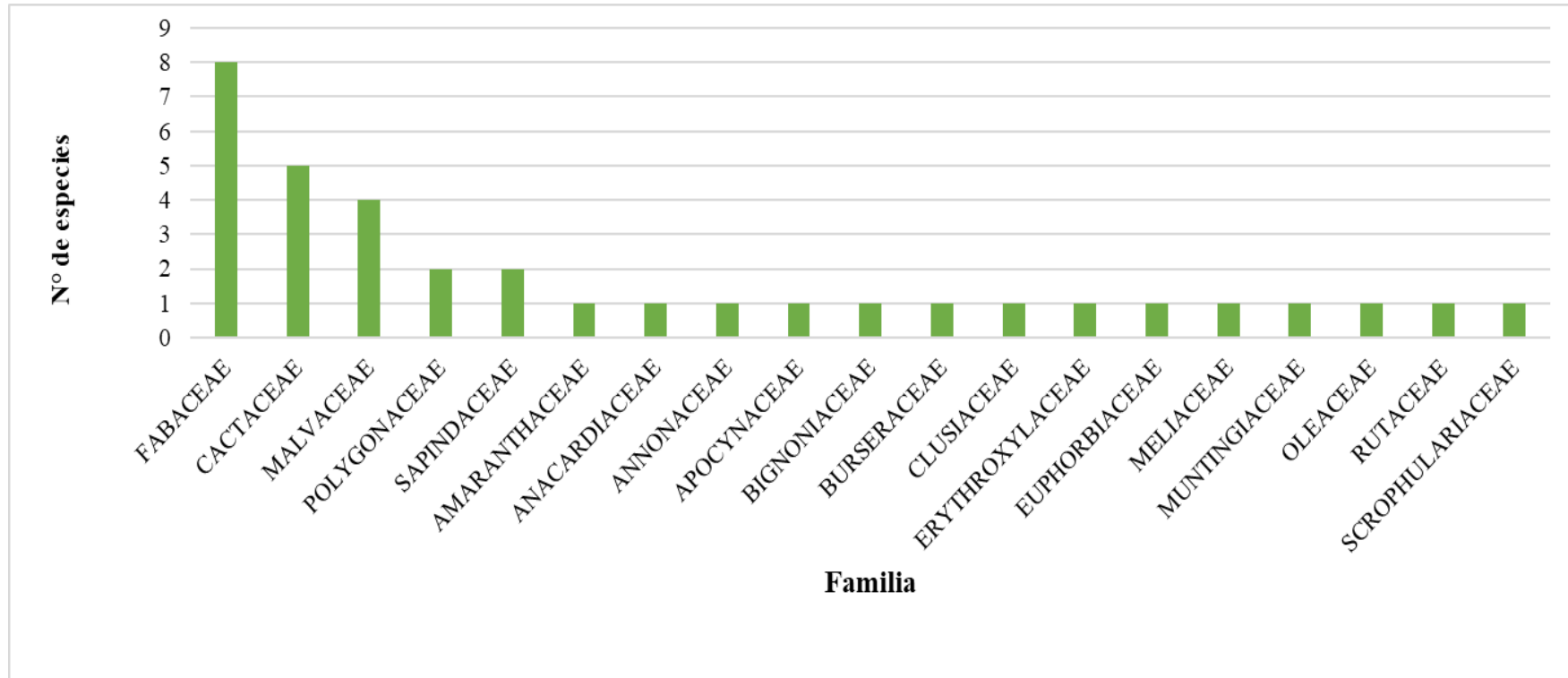


Figura 3.

Especies por familia del bosque seco del Marañón, centros poblados Vijus y Chagual



Al cotejar los resultados con otros estudios, la composición florística del BTES del Marañón en los centros poblados Vijus y Chagual es menor, a los registrados en el bosque seco de la reserva de Biosfera del Noroeste del Perú (Leal-Pinedo y Linares-Palomino, 2005), bosque estacionalmente seco de Jaén (Marcelo-Peña et al., 2007) y bosque estacionalmente seco de Tarapoto (García-Villacorta, 2009), así como también los obtenidos en bosques secos en Honduras (Ferrufino-Acosta et al., 2019), México (Márquez-Salazar et al., 2019) y Colombia (Ruiz & Saab, 2020). Lo que hace suponer que, hay mayor número de individuos por especie que por género y por familia; asimismo, hay algunas especies registradas en común, cabe destacar que no son las más abundantes.

Sin embargo, es mayor a la composición florística registrada en el bosque seco de la comunidad campesina San Gregorio en San Miguel, Cajamarca (Fuentes, 2019) y al bosque seco andino en la Reserva Natural del Cerro Pisaca en Loja, Ecuador (Cueva et al., 2019). Como se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3.

Comparación entre la composición florística del área estudiada y otros bosques secos

Investigación	N° Familias	N° Géneros	N° Especies	N° Individuos	Sp en común con el BTES del Marañón, Vijus y Chagual	Fuente
Los bosques secos de la reserva de Biosfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación	34	58	85		<i>Eriotheca ruizii</i>	Leal-Pinedo y Linares-Palomino (2005)
Diversidad, composición florística y endemismos en los Bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú	27		52	1 215	<i>Espostoa mirabilis,</i> <i>Ruprechtia aperta,</i> <i>Vachellia macracantha</i>	Marcelo-Peña et al., (2007)
Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú	25	40	75	146		García-Villacorta, R. (2009)
Diversidad y composición florística de un área de bosque seco de la comunidad campesina de San Gregorio, San Miguel, Cajamarca	5	9	9	136	<i>Bursera graveolens,</i> <i>Parkinsonia praecox</i>	Fuentes, E. M. (2019)
Efecto de la gradiente altitudinal sobre la composición florística en el bosque seco	21	33	34	1 731		Cueva et al. (2019)

andino en la Reserva Natural del Cerro
Pisaca (RNCP) en Loja, Ecuador

Composición y diversidad florística del bosque seco en Honduras, en el valle Agalta	76	222	316		Ferrufino-Acosta et al. (2019)
Composición y diversidad florística en bosques secos en la Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México	28	68	92		Márquez-Salazar et al. (2019)
Diversidad florística del bosque seco tropical en las subregiones bajo y medio Sinú, en Córdoba, Colombia	127	312		3 514	Ruiz & Saab (2020)
Composición y Diversidad florística de una gradiente altitudinal del bosque seco del Marañón, Vijus y Chagual, Pataz - La Libertad	19	31	35	1 173	Presente estudio

4.2 Diversidad Florística

En los centros poblados Vijus y Chagual del bosque tropical estacionalmente seco del Marañón, se registró 35 especies y un total de 1 173 individuos. De acuerdo a los índices calculados alfa y beta, el primero indica que presenta diversidad florística media y el segundo, que un 43% de especies se encuentran en ambos centros poblados. Asimismo, la curva de especie-área indicó que el tamaño de la muestra empleado es el adecuado, encontrándose representada la diversidad de especies. A continuación, se muestran los resultados de la diversidad alfa y beta.

4.2.1 Diversidad Alfa (α)

Los valores de la diversidad alfa, según las zonas: alta, media y baja, variaron de 2,14 a 3,81 según el índice de Margalef; de las cuales, la zona media es la más diversa (2,75 - 3,81), que indica una diversidad media; seguido de la zona alta (2,44 – 3,46) y por último la zona baja (2,14 - 2,55).

Los valores del índice de Simpson variaron de 0,11 a 0,30, indicando que la zona media presenta mayor diversidad y menor dominancia (0,11 - 0,20), seguido de la zona baja (0,19 – 0,29) y finalmente la zona alta (0,23 – 0,30), tal como se muestra en la Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 4.

Índices de diversidad florística en la gradiente altitudinal, centro poblado Chagual

Índices de diversidad	Zona baja	Zona media	Zona alta
Individuos	164	113	183
Especies	14	19	19
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	2,55	3,81	3,46
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,19	0,11	0,23

Tabla 5.

Índices de diversidad florística en la gradiente altitudinal, centro poblado Vijus

Índices de diversidad	Zona baja	Zona media	Zona alta
Individuos	274	234	205
Especies	13	16	14
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	2,14	2,75	2,44
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,29	0,20	0,30

Los valores según las parcelas en la zona alta, variaron de 0,38 a 2,34 según el índice de Margalef, de las cuales la parcela 1 es la más diversa (2,34 - 1,84), que indica diversidad media a baja. Los valores del índice de Simpson variaron de 0,22 a 0,64, indicando que las parcelas que presentan mayor diversidad y menor dominancia son la 2 en Chagual y 4 en Vijus (0,22 - 0,25).

En la zona media, los valores variaron de 0,96 a 3 según el índice de Margalef, de las cuales las parcelas 5 en Chagual y 8 en Vijus, son las más diversas (3 - 2,30), que indica diversidad media. Los valores del índice de Simpson variaron de 0,22 a 0,82, siendo las parcelas con mayor diversidad y menor dominancia la 3 y 8 en Chagual, y la 4 en Vijus (0,22).

En la zona baja, los valores variaron de 0,84 a 2,16 según el índice de Margalef, siendo las parcelas 6 en Chagual y 2 en Vijus las más diversas (2,16 - 2,08), que indica diversidad media. Los valores para el índice de Simpson variaron de 0,21 a 0,64, de las cuales las parcelas con mayor diversidad y menor dominancia fueron la 6 en Chagual y 4 en Vijus (0,21 - 0,25). Tal se muestra en la Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 6.*Índices de diversidad florística por parcela, centro poblado Chagual*

Índices de diversidad	Zona baja							Zona media							Zona alta								
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6
N° total de individuos (N)	12	34	5	14	11	16	24	13	35	13	17	11	10	20	14	17	11	20	23	43	16	14	17
N° de especies (S)	5	5	3	6	6	7	4	4	4	4	4	6	5	10	5	7	6	8	8	6	6	2	5
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	1,61	1,13	1,24	1,89	2,09	2,16	0,94	1,17	0,84	1,17	1,06	2,09	1,74	3,00	1,52	2,12	2,09	2,34	2,23	1,33	1,80	0,38	1,41
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,22	0,36	0,36	0,24	0,24	0,21	0,59	0,37	0,51	0,25	0,30	0,22	0,24	0,24	0,32	0,25	0,22	0,30	0,22	0,54	0,30	0,59	0,34

Tabla 7.*Índices de diversidad florística por parcela, centro poblado Vijus*

Índices de diversidad	Zona baja								Zona media								Zona alta								
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
N° total de individuos (N)	31	29	43	34	40	28	24	29	16	21	11	21	30	21	64	16	50	26	36	48	28	17	17	29	4
N° de especies (S)	6	8	6	7	7	5	6	5	5	6	5	6	7	6	5	4	10	7	6	5	5	4	5	7	3
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	1,46	2,08	1,33	1,70	1,63	1,20	1,57	1,19	1,44	1,64	1,67	1,64	1,76	1,64	0,96	1,08	2,30	1,84	1,40	1,03	1,20	1,06	1,41	1,78	1,44
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,38	0,27	0,46	0,25	0,49	0,35	0,40	0,64	0,30	0,26	0,31	0,37	0,22	0,28	0,82	0,52	0,29	0,41	0,55	0,64	0,25	0,29	0,46	0,32	0,38

En la evaluación en la gradiente de los centros poblados Vijus y Chagual, el valor del índice de diversidad de Margalef es de 4,81; lo que indica que hay diversidad media. El valor del índice de diversidad de Simpson es de 0,12; lo que significa que hay mayor diversidad y menor dominancia. Se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8.

Índices de diversidad florística en los centros poblados Vijus y Chagual

Índices de diversidad	Vijus y Chagual
Individuos	1 173
Especies	35
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	4,81
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,12

4.2.2 Diversidad Beta (β)

La similitud de especies de flora leñosa, evaluada entre zonas de la gradiente en el centro poblado Chagual, el coeficiente o índice de similitud de Jaccard, toma valores que varían entre 0 y 1; 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios y 1 cuando tiene la misma composición de especies, también se expresa en porcentaje (Moreno, 2001); el valor obtenido entre la zona baja y zona media es de 0,38; lo que indica que el 38% de especies comparten estas dos zonas (9 especies). Las especies exclusivas registradas para la zona baja son 5 *Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W.Grimes, *Armatocereus rauhii* Backeb, *Opuntia quitensis* F.A.C.Weber, *Ruprechtia aperta* Pendry y *Vachellia aroma* (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger. Asimismo, las especies que solo se encontraron en la zona media son 10 *Annona cherimola* Mill., *Buddleja interrupta* Kunth, *Cedrela kuelapensis* T.D.Penn.& Daza, *Clusia rigida* M.H.G.Gust., *Iresine weberbaueri* Suess., *Jacaranda acutifolia* Bonpl., *Pseudobombax*

cajamarcanus Fern.Alonso, *Ruprechtia apetala* Wedd., *Schinus molle* L. y *Vallesia glabra* Link.

El cálculo del índice de Jaccard se muestra en el Anexo 17.

Zona media y zona alta, el valor de Jaccard es de 0,41; lo que significa que el 41% de especies están presentes en ambas zonas (11 especies). Las especies exclusivas para la zona media son 8, *Casimiroa edulis* La Llave, *Dodonaea viscosa* Jacq., *Erythroxylum novogranatense* (D.Morris) Hieron., *Sapindus saponaria* L., *Schrebera americana* Gilg, *Senna pallida* var. *pallida* (Vahl) H.S.Irwin & Barneby, *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose y *Vachellia aroma* (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger. De igual forma para la zona alta 8 *Browningia pilleifera* (F. Ritter) Hutchison, *Buddleja interrupta* Kunth, *Cnidoscolus pavonianus* (Müll. Arg.) Fern. Casas, *Eriotheca peruviana* A. Robyns, *Iresine weberbaueri* Suess., *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins, *Ruprechtia apetala* Wedd y *Vallesia glabra* Link. El cálculo del índice de Jaccard se observa en el Anexo 18.

Para la zona baja y zona alta, el valor de Jaccard es de 0,222; indicando que un 22,2% de especies se encuentran presentes en ambas zonas (6 especies). En la zona baja las especies exclusivas son 8 *Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W.Grimes, *Armatocereus rauhii* Backeb., *Browningia pilleifera* (F. Ritter) Hutchison, *Cnidoscolus pavonianus* (Müll. Arg.) Fern. Casas, *Eriotheca peruviana* A. Robyns, *Opuntia quitensis* F.A.C.Weber, *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins y *Ruprechtia aperta* Pendry. En la zona alta son 13 *Annona cherimola* Mill., *Casimiroa edulis* La Llave, *Cedrela kuelapensis* T.D.Penn.& Daza, *Clusia rigida* M.H.G.Gust., *Dodonaea viscosa* Jacq., *Erythroxylum novogranatense* (D.Morris) Hieron., *Jacaranda acutifolia* Bonpl., *Pseudobombax cajamarcanus* Fern.Alonso, *Sapindus saponaria* L., *Schinus molle* L., *Schrebera americana* Gilg, *Senna pallida* var. *pallida* (Vahl) H.S.Irwin &

Barneby y *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose. El cálculo del índice de Jaccard se observa en el Anexo 19.

Las zonas florísticamente más parecidas o que más similitud presentan son, la zona media y la zona alta, con un 41%. En cambio, las zonas menos parecidas son, la zona baja y la zona alta con un 22.2%.

En la gradiente en el centro poblado Vijus, el valor de Jaccard es de 0,61 para la zona baja y la zona media; lo que significa que ambas zonas comparten un 61% de especies (11 especies). En la zona baja las especies exclusivas son 2 *Cnidoscolus pavonianus* (Müll. Arg.) Fern. Casas y *Muntingia calabura* L. Para la zona media son 5 *Cedrela kuelapensis* T.D.Penn.& Daza, *Clusia rigida* M.H.G.Gust., *Eriotheca peruviana* A. Robyns, *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth. y *Vachellia aroma* (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger. El cálculo del índice de Jaccard se muestra en el en el Anexo 20.

En la zona media y zona alta, el valor obtenido de Jaccard es de 0,77; lo que quiere decir que estas zonas comparten un 77% de especies (13 especies). La zona media presentó 3 especies exclusivas *Armatocereus rauhii* Backeb., *Eriotheca peruviana* A. Robyns y *Espostoa mirabilis* F. Ritter. La zona alta 1 especie *Bursera graveolens* Triana & Planch. El cálculo del índice de Jaccard se observa en el Anexo 21.

Para la zona baja y alta; el valor de Jaccard es de 0,50; indicando que las dos zonas comparten un 50% de especies (9 especies). En la zona baja se registró 4 especies exclusivas *Armatocereus rauhii* Backeb., *Cnidoscolus pavonianus* (Müll. Arg.) Fern. Casas, *Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns y *Muntingia calabura* L. En la zona alta 5 *Bursera graveolens* Triana & Planch., *Cedrela kuelapensis* T.D.Penn.& Daza, *Clusia rigida* M.H.G.Gust., *Leucaena trichodes*

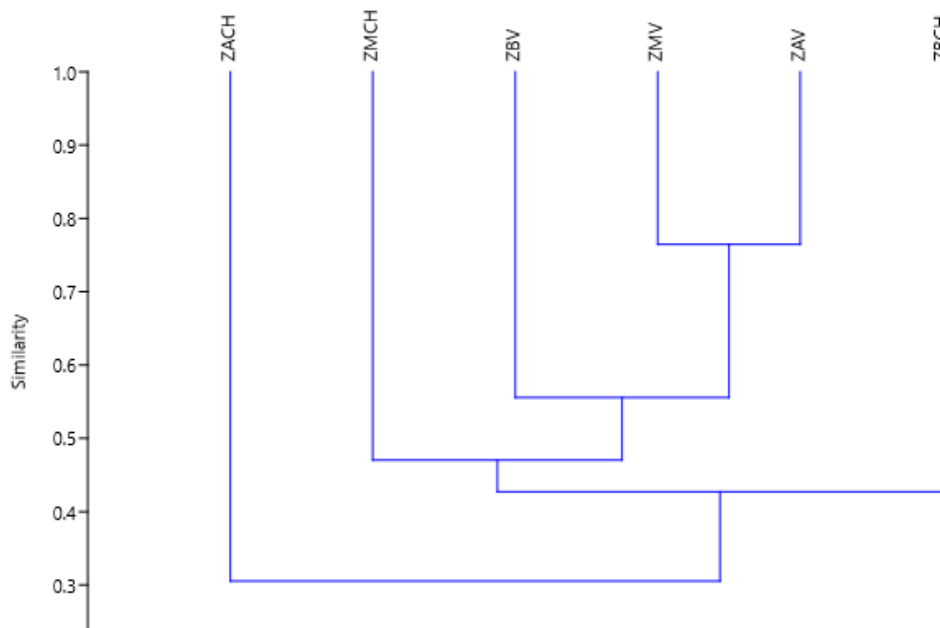
(Jacq.) Benth. Y *Vachellia aroma* (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger. El cálculo del índice de Jaccard se observa en el Anexo 22.

Las zonas que más similitud de especies presentan son, la media y la zona alta, con un 77% y las menos parecidas la zona baja y la zona alta con un 50% de similitud.

El agrupamiento de acuerdo a la similitud de las zonas de la gradiente altitudinal, se puede observar en la Figura 4.

Figura 4.

Similitud entre las zonas de la gradiente altitudinal, centros poblados Vijus y Chagual



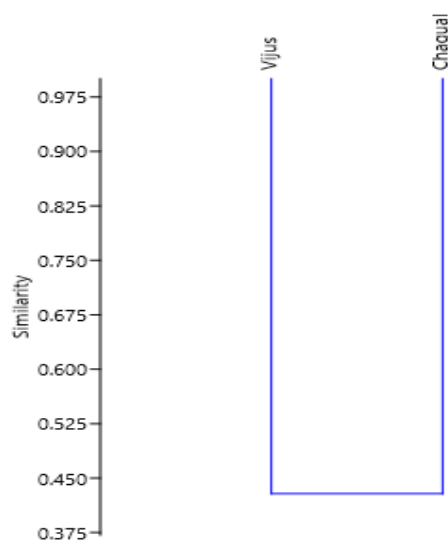
Nota. El gráfico fue procesado usando el software Past vers. 4,12 y representa el agrupamiento de las zonas con mayor similitud de especies de la gradiente. La zona media y zona alta de Vijus presentan mayor similitud, al agruparse en el valor 0,77 y las menos parecidas son, la zona alta con la zona baja de Chagual, agrupándose en el valor de 0,22.

Donde: ZBCH (zona baja Chagual), ZMCH (zona media Chagual), ZACH (zona alta Chagual), ZBV (zona baja Vijus), ZMV (zona media Vijus) y ZAV (zona alta Vijus).

La similitud de especies entre los centros poblados Vijus y Chagual en la gradiente, el valor obtenido indica que comparten el 43% de especies, ambos lugares, al obtener un valor de 0,43. Tal como se puede observar en la Figura 5 y en el Anexo 16.

Figura 5.

Similitud entre los centros poblados Vijus y Chagual.



Nota. El gráfico fue procesado usando el software Past vers. 4,12 y representa la similitud de especies de ambos sitios, agrupándose en el 0.43, lo que significa que comparten un 43% de especies.

Al contrastar los resultados con otros estudios, la diversidad alfa del BTES del Marañón en los centros poblados Vijus y Chagual, es mayor al registrado en el bosque seco de la comunidad campesina San Gregorio en San Miguel, Cajamarca (Fuentes, 2019) y del bosque seco andino en la Reserva Natural del Cerro Pisaca en Loja, Ecuador (Cueva et al., 2019). Sin embargo, es menor a la diversidad reportada para bosques secos en otros lugares similares del Perú, como el bosque seco de la reserva de Biosfera del Noroeste del Perú (Leal-Pinedo y Linares-Palomino, 2005), siendo el más diverso; seguido del bosque estacionalmente seco de Tarapoto (García-Villacorta, 2009). Esto hace suponer que los resultados del presente estudio, implica una diversidad de especies media.

Asimismo, al confrontar la diversidad beta del presente estudio, el resultado concuerda con los resultados obtenidos por (García-Villacorta, 2009) en zonas similares del Perú, así como los obtenidos en ecosistemas secos en México (Márquez-Salazar et al., 2019), al encontrarse dentro del rango del 17% al 49%. Ver Tabla 9.

Tabla 9.

Comparación entre los índices de diversidad alfa y beta, del área de estudiada y otros bosques secos

Investigación	Índices de diversidad alfa		Índice de diversidad beta	Fuente
	Margalef	Simpson	Jaccard	
Los bosques secos de la reserva de Biosfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación		0,56 a 0,93		Leal-Pinedo y Linares-Palomino (2005)
Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú			17% al 49%	García-Villacorta (2009)
Diversidad y composición florística de un área de bosque seco de la comunidad campesina de San Gregorio, San Miguel, Cajamarca	2,1	0,77		Fuentes (2019)
Efecto de la gradiente altitudinal sobre la composición florística en el bosque seco andino en la Reserva Natural del Cerro Pisaca (RNCP) en Loja, Ecuador		0,61 a 0,75		Cueva et al. (2019)

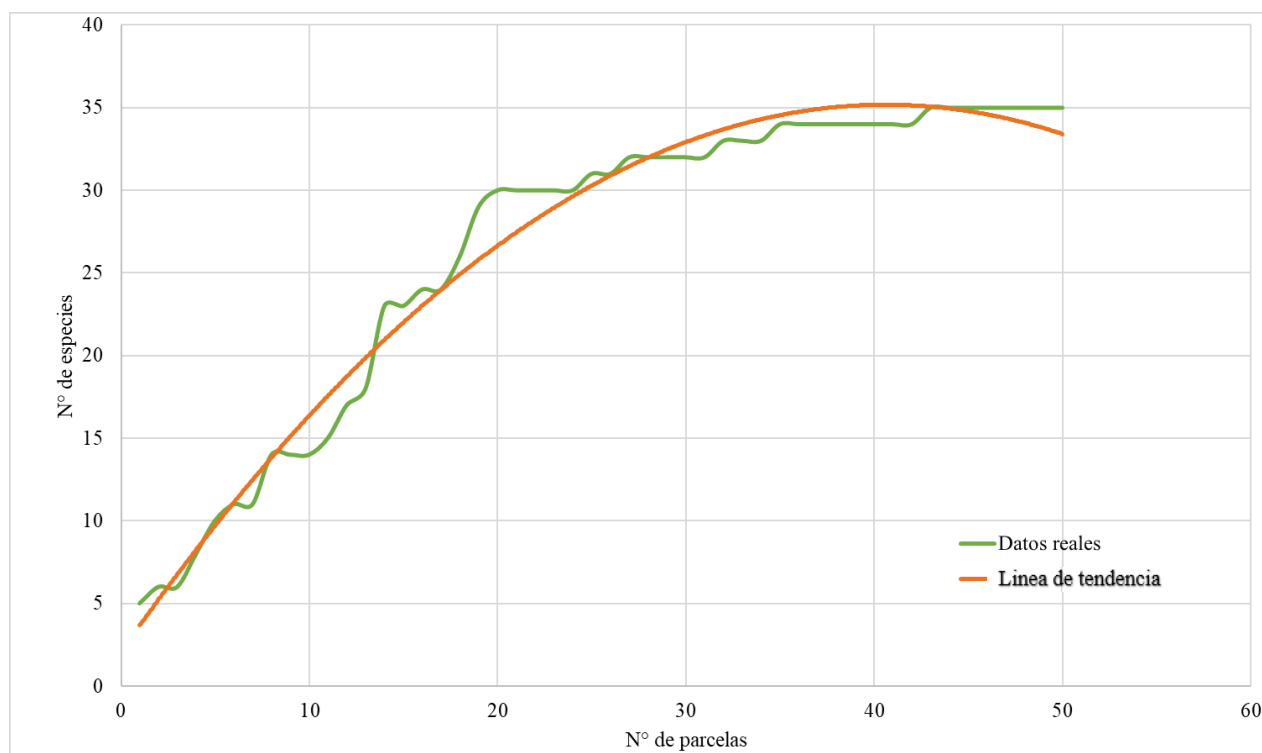
Composición y diversidad florística en bosques secos en la Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México			33,8% a 47,9%	Márquez-Salazar et al. (2019)
Composición y Diversidad florística de una gradiente altitudinal del bosque seco del Marañón, Vijus y Chagual, Pataz - La Libertad	4,81	0,12	43%	Presente estudio

4.2.3 Curva Especie-Área

La curva de especie-área o acumulación de especies del bosque tropical estacionalmente seco del Marañón, en los centros poblados Vijus y Chagual, hasta la parcela 20 la curva muestra un incremento significativo, a partir de ahí el incremento es leve hasta la parcela 43, en adelante llega a estabilizarse hasta la parcela 50; lo que indicaría que a partir de la parcela 20 el aumento de especies por cada parcela adicionada no es significativo, dado que cada vez va disminuyendo hasta estabilizarse. Indicando así que el tamaño muestral (50 parcelas) evaluado es el indicado; demostrando que, con el tamaño muestral evaluado la diversidad de especies se encuentra representada.

Figura 6.

Curva de acumulación de especies leñosas en las 50 parcelas evaluadas



Nota. El gráfico representa la acumulación de especies en las 50 parcelas evaluadas en el BTES del Marañón, de los centros poblados Vijus y Chagual, Pataz – La Libertad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

La composición florística en las 50 parcelas de 20 m x 50 m, establecidas en los centros poblados Vijus y Chagual, se registró un total de 1 173 individuos entre árboles y arbustos, distribuidos en 35 especies, 31 géneros y 19 familias; las familias más abundantes fueron Fabaceae con 8 especies, Cactaceae con 5 especies, Malvaceae con 4 especies y el resto de familias con 1 y 2 especies; la especie más abundante fue *Eriotheca discolor* (Kunth) A. Robyns, seguida de la *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Seigler & Ebinger, siendo las menos abundantes *Vallesia glabra* Link, *Iresine weberbaueri* Suess., *Buddleja interrupta* Kunth, *Casimiroa edulis* La Llave, *Schrebera americana* Gilg y *Muntingia calabura* L.

Para la diversidad alfa en la gradiente altitudinal, los resultados indicaron que la mayor diversidad se encontró en la zona media, según los índices: de Margalef (2,75 - 3,81), de Simpson (0,11 - 0,20). La diversidad beta da a entender que las zonas con mayor similitud de especies son la zona alta con la zona media, con valores que van de 41 a 77% según el índice de Jaccard.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

Realizar estudio, sobre la estructura del bosque estacionalmente seco del Marañón en los centros poblados Vijus, Chagual y zonas similares de la provincia de Pataz – La Libertad, con el fin de obtener datos complementarios a esta investigación, que puedan ayudar a través del MINAM en la toma de decisiones para la protección de la diversidad de este ecosistema.

Llevar a cabo un estudio de la distribución geográfica del género *Eriotheca* en el BTES del Marañón, en el distrito de Pataz, para conocer con certeza en que lugares puntuales se encuentra cada especie de este género y así se pueda tomar acciones para su conservación.

Desarrollar investigación etnobotánica de plantas medicinales en los centros poblados ya mencionados en el bosque seco del Marañón, en La Libertad, para conocer el potencial y los beneficios que se puede ofrecer a la población local, de una manera sostenible.

Efectuar un inventario de flora leñosa, en el bosque seco del Marañón, en la provincia de Pataz – La Libertad, con el fin de obtener registros que puedan aportar para el reconocimiento y protección del ecosistema a través del MINAM.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- Alvis, J. F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1).
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a13.pdf>
- Aguirre, Z., Betancourt, Y., Geadá, G., & Jasen H. (2013). Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. *Revista científica*, 15(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5350870>
- Bear, R., & Rintoul, D. (s.f.). *Estructura de la comunidad*. Khan Academy. Consultado el 8 de setiembre de 2022. <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/ecology/ap/biodiversity/a/community-structure>
- Calderón, J. A. (2017). *Estudio geológico del yacimiento mineral de la veta esperanza en el batolito Pataz minera Poderosa Pataz – La Libertad*.
- Cano, A., & Stevenson, P. (2009). Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés. *Revista Colombia Forestal*, 12.
<http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v12n1/v12n1a06.pdf>
- Cayola, L., Jorgensen, P.M., Fuentes, A. F., & Araujo-Murakami, A. (2007). Diversidad y composición florística del bosque seco andino del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. *ResearchGate*.
<file:///C:/Users/SAGA/Downloads/Cayola2007diversidadEstructuraBosqueSecoMadidi.pdf>

- Cueva, E., Lozano, D., & Yaguana, C. (2019). Efecto de la gradiente altitudinal sobre la composición florística, estructura y biomasa arbórea del bosque seco andino, Loja, Ecuador. *Bosque Valdivia*, 40(3). <https://dx.doi.org/10.4067/S071792002019000300365>
- Echaiz, C. A. (2019). Seminario de tesis III, ciclo III, el trabajo de campo. *Instituto para la calidad de la educación USMP*. <https://www.usmp.edu.pe/iced/carpeta-2019-1/pdfs/materiales/de/3/seminario-tesis-3.pdf>
- Escalante, T., & Morrone, J. J. (2002). Métodos para medir la biodiversidad. *Acta zoológica mexicana*, (85). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372002000100016#:~:text=En%20su%20forma%20m%C3%A1s%20simple,diversidades%20alfa%2C%20beta%20y%20gamma.
- Espinosa, C. I., De la Cruz, M., Luzuriaga, A. L., & Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*, 21(1-2).
<file:///C:/Users/SAGA/Downloads/35-Texto%20del%20art%C3%ADculo-66-1-10-20120914.pdf>
- Ferrufini-Acosta, L., Cruz, S. Y., Mejía-Ordoñez, T., Rodríguez, F., Escoto, D., Sarmiento, E., & Larkin, J. L. (2019). Composición, estructura y diversidad florística del bosque seco en el Valle Agalta, Honduras. *Madera y Bosques*, 25 (2).
<https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521635>
- Fuentes, E. M. (2019). *Diversidad y composición florística de un área de bosque seco de la comunidad campesina de San Gregorio, San Miguel, Cajamarca*.
- Gálvez G. E. (3-5 de julio de 2013). *Composición florística del bosque seco Chiquiacc en Surcubamba, Huancavelica*. Ministerio del ambiente. Consultado el 6 de setiembre de

2022.

[https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/509/OBINAM_MII_07.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Se%20identificaron%2019%20familias%2C%2036,fueron%20Piptadenia%20colubrina%20\(Vell.\)](https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/509/OBINAM_MII_07.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Se%20identificaron%2019%20familias%2C%2036,fueron%20Piptadenia%20colubrina%20(Vell.))

García-Villacorta, R. (2009). Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 16(1). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332009000100010&script=sci_arttext&tlng=pt

Gonzáles, P., Cano, A., Sarkinen, T., Goodwin, Z., Valencia, N., Sachahuamán, I. & Marcelo-Peña, J. L. (2020). *Las plantas comunes del bosque seco del Marañón*. Gonzáles Arce, Paúl Henry.

Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. & Melic, A. (2005). *Sobre la diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Gonzalo Halffter, Jorge Soberón, Patricia Koleff & Antonio Melic.

Herazo, F., Mercado, J., & Mendoza, H. (2017). Estructura y composición florística del bosque seco tropical en los montes de María (Sucre-Colombia). *Ciencia en desarrollo*, 8(1). <http://www.scielo.org.co/pdf/cide/v8n1/0121-7488-cide-8-01-00071.pdf>

INGEMET. (2019). *Evaluación de peligros geológicos y geohidrológicos, de los centros poblados Chagual y Juan el Oso*. Informe técnico N° A6948, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Consultado el 10 de setiembre de 2022. http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//7655_informe-tecnico-n0-a6948-evaluacion-de-peligros-geologicos-y-geohidrologicos-de-los-centros-poblados-chagual-y-juan-el-oso.pdf

- Leal-Pinedo, J. M. & Linares-Palomino, R. (2005). Los bosques secos de la reserva de biosfera del noroeste (Perú): diversidad arbórea y estado de conservación. *Caldasia*, 27(2).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322005000200003
- Linares- Palomino, R. (2004). Los Bosques Estacionalmente Secos: II. Fitogeografía y Composición Florística. *Arnaldoa*, 11(1).
https://www.researchgate.net/profile/Reynaldo-Linares-Palomino/publication/262102958_Los_Bosques_Tropicales_Estacionalmente_Secos_II_Fitogeografia_y_Composicion_floristica/links/5437c8050cf2027cbb20460c/Los-Bosques-Tropicales-Estacionalmente-Secos-II-Fitogeografia-y-Composicion-floristica.pdf
- Linares-Palomino, R. (2004). Los bosques tropicales secos: I. el concepto de los bosques secos en el Perú. *Arnaldoa*, 11(1). https://www.researchgate.net/profile/Reynaldo-Linares-Palomino/publication/262102957_Los_BosquesTropicales_Estacionalmente_Secos_I_El_concepto_de_los_bosques_secos_en_el_Peru/links/5437c64d0cf2027cbb20454b/Los-BosquesTropicales-Estacionalmente-Secos-I-El-concepto-de-los-bosques-secos-en-el-Peru.pdf
- Lo, J. (31 de octubre de 2017). *Marañón: la urgencia de proteger un bosque seco en el Perú*. Mongabay. Consultado el 24 de junio de 2022.
<https://es.mongabay.com/2017/10/maranon-la-urgencia-proteger-bosque-seco-peru/>
- Lozano, P.X., Armas, A., Gualán, M., & Gualpa, M. (2018). Diversidad y composición florística del Bosque Los Búhos ubicado en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 9 (3).
<https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/211/233>

- Marcelo-Peña, J. L. (2008). Vegetación leñosa, endemismos y estado de conservación en los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 15(2).
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332008000100007
- Marcelo-Peña, J. L., Pennington, R.T., Reynel, C., & Zevallos, P. (2010). *Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente seco de Jaén, Perú*.
- Marcelo-Peña, J. L., Reynel-Rodríguez, C., Zevallos-Pollito, P., Bulnes-Soriano, F., & Pérez-Ojeda del Arco, A. (2007). Diversidad, composición florística y endemismos en los bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú. *Ecología Aplicada*, 6(1-2). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162007000100002&lng=es&tlng=en.
- Márquez-Salazar, G., Salomón-Montijo, B., Reyes-Olivas, A., Amador-Medina, M. & Millán-Otero, G. (2019). Composición y diversidad florística de bosques secos en la Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Gayana. Botánica*. 76(2).
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071766432019000200176&script=sci_arttext&tlng=n
- Matteucci, S. D., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington D.C.: Eva V. Chesneau.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (s.f.). *Bosque seco tropical*. GOV.CO. Consultado el 4 de setiembre de 2022. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/bosque-seco-tropical/>
- Ministerio del Ambiente (1 de diciembre de 2009). *Mapa de zonas de vida de La Libertad*. SINIA Sistema nacional de información ambiental. Consultado el 14 de marzo de 2023.
<https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-zonas-vida-libertad-2009>

Ministerio del Ambiente (2015). *Guía de inventario de flora y vegetación*. Ministerio del Ambiente.

Ministerio del Ambiente (13 de junio de 2019). *Especies de fauna y flora endémicas*. SINIA Sistema nacional de información ambiental. Consultado el 6 de setiembre de 2022. <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/especies-fauna-flora-endemicas>

Ministerio del Ambiente (2019). *Guía de evaluación del estado de ecosistemas de bosque seco: bosque estacionalmente seco de llanura, bosque estacionalmente seco de colina y montaña*. Ministerio del Ambiente.

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad: M&T – Manuales y Tesis SEA*. Zaragoza.

Olivares, A. (11 de noviembre de 2021). *¿Qué es la estadística descriptiva? ¡Empieza a tomar mejores decisiones para tu negocio!*. Future of People. Consultado el 10 de octubre de 2022. <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/que-es-estadistica-descriptiva/>

Pérez, R. (2015). Sistema internacional de unidades (SI)*. *Rev Obstet Ginecol Venez*, 75(1). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322002000100010

Razura, R. A. (10 de febrero de 2022). *¿Cómo medir la biodiversidad?*. Upf Universitat Pompeu Fabra Barcelona, ccs Centro de Estudios de Ciencia, Comunicación y Sociedad. Consultado el 10 de setiembre de 2022. <https://ccs.upf.edu/como-medir-la-biodiversidad/>

Ruiz-V., R. & Saab-R., Heidy-Paola (2020). Diversidad florística del bosque seco tropical en las subregiones bajo y medio Sinú, Córdoba, Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 68(1). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442020000100167

Sagástegui, A., Dillon, M. O., Sánchez, I., Leiva, S. & Lezama, P. (s.f.). *Diversidad Florística del Norte de Perú*. Sacha. Consultado el 10 de setiembre de 2022.

http://www.sacha.org/envir/peru/peru_sp.htm

Sánchez, J. (21 de octubre de 2019). *Especies endémicas: definición y ejemplos*. Ecología verde.

Consultado el 12 de setiembre de 2022. <https://www.ecologiaverde.com/especies-endemicas-definicion-y-ejemplos-1129.html>

Westreicher, G. (15 de marzo del 2021). *Recolección de datos*. Economipedia. Consultado el 13 de octubre del 2022. <https://economipedia.com/definiciones/recoleccion-de-datos.html>

Anexos

Anexo 1.

Registro de las especies leñosas por parcela en la zona alta, centro poblado Chagual

N°	Especies	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	<i>Eriotheca discolor</i>				1					1
2	<i>Espostoa mirabilis</i>							1		1
3	<i>Vachellia aroma</i>	3	3							6
4	<i>Eriotheca ruizii</i>	1								1
5	<i>Piptadenia weberbaueri</i>	1	1	31						33
6	<i>Clusia rigida</i>						2			2
7	<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>			3						3
8	<i>Cedrela kuelapensis</i>			2	1		2	2	1	8
9	<i>Vachellia macracantha</i>	10	9	4	6	10	9	28	1	77
10	<i>Casimiroa edulis</i>	1								1
11	<i>Schinus molle</i>	1					1			2
12	<i>Dodonaea viscosa</i>	1			1			1	1	4
13	<i>Senna pallida</i>		4							4
14	<i>Jacaranda acutifolia</i>	2	1	1	6	4	3	6	1	24
15	<i>Annona cherimola</i>		1							1
16	<i>Erythroxylum novogranatense</i>			2						2
17	<i>Sapindus saponaria</i>		1		1					2
18	<i>Schrebera americana</i>								1	1
19	<i>Tara spinosa</i>		3					1	6	10
N° de individuos		20	23	43	16	14	17	39	11	183
N° de especies		8	8	6	6	2	5	6	6	19

Anexo 2.

Registro de las especies leñosas por parcela en la zona media, centro poblado Chagual

N°	Especies	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc.	Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	<i>Browningia pilleifera</i>	4								4
2	<i>Eriotheca discolor</i>	3	2	2			2			9
3	<i>Parkinsonia praecox</i>		3							3
4	<i>Espostoa mirabilis</i>				1			1		2
5	<i>Cnidoscolus pavonianus</i>						1			1
6	<i>Eriotheca ruizii</i>	3	7	4	3		2		1	20
7	<i>Piptadenia weberbaueri</i>				3	2			2	7
8	<i>Eriotheca peruviana</i>	3		1			7		1	12
9	<i>Clusia rigida</i>				2					2
10	<i>Vallesia glabra</i>					1				1
11	<i>Iresine weberbaueri</i>					1				1
12	<i>Buddleja interrupta</i>					1				1
13	<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>					1				1
14	<i>Ruprechtia apetala</i>		5			1		7	2	15
15	<i>Cedrela kuelapensis</i>					1		2		3
16	<i>Vachellia macracantha</i>			2	1	9	2	4	4	22
17	<i>Schinus molle</i>			1		1		1		3
18	<i>Jacaranda acutifolia</i>			1		2		1	1	5
19	<i>Annona cherimola</i>							1		1
N° de individuos		13	17	11	10	20	14	17	11	113
N° de especies		4	4	6	5	10	5	7	6	19

Anexo 3.

Registro de las especies leñosas por parcela en la zona baja, centro poblado Chagual

N°	Especies	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	<i>Ruprechtia aperta</i>	2	1		2						5
2	<i>Browningia pilleifera</i>	4	15	1		3	1	2		24	50
3	<i>Eriotheca discolor</i>	2		2	5	4	6	18	1	4	42
4	<i>Parkinsonia praecox</i>	2	1		4		1	3		6	17
5	<i>Espostoa mirabilis</i>	2	13	2	1		2	1		1	22
6	<i>Vachellia aroma</i>				1	1					2
7	<i>Cnidoscolus pavonianus</i>					1	2				3
8	<i>Eriotheca ruizii</i>								3		3
9	<i>Piptadenia weberbaueri</i>								7		7
10	<i>Eriotheca peruviana</i>								2		2
11	<i>Opuntia quitensis</i>					1	2				3
12	<i>Vachellia macracantha</i>		4								4
13	<i>Albizia multiflora</i>				1	1					2
14	<i>Armatocereus rauhii</i>						2				2
N° de individuos		12	34	5	14	11	16	24	13	35	164
N° de especies		5	5	3	6	6	7	4	4	4	14

Anexo 4.

Registro de las especies leñosas por parcela en la zona alta, centro poblado Vijus

N°	Especies	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	<i>Browningia pilleifera</i>							2		2
2	<i>Eriotheca discolor</i>						1	1	1	3
3	<i>Parkinsonia praecox</i>		1							1
4	<i>Vachellia aroma</i>		5	6						11
5	<i>Eriotheca ruizii</i>	1				2	1	5		9
6	<i>Piptadenia weberbaueri</i>	2	1			6		15		24
7	<i>Clusia rigida</i>							3		3
8	<i>Ruprechtia apetala</i>	3	2	2	4	3	1	1	1	17
9	<i>Cedrela kuelapensis</i>	1			1					2
10	<i>Vachellia macracantha</i>	16	26	38	7	6	11		2	106
11	<i>Jacaranda acutifolia</i>		1	1						2
12	<i>Leucaena trichodes</i>	2			8		3			13
13	<i>Bursera graveolens</i>	1		1	8					10
14	<i>Espostoa lanata</i>							2		2
N° de individuos		26	36	48	28	17	17	29	4	205
N° de especies		7	6	5	5	4	5	7	3	14

Anexo 5.

Registro de las especies leñosas por parcela en la zona media, centro poblado Vijus

N°	Especies	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	<i>Browningia pilleifera</i>				4	8			2	14
2	<i>Eriotheca discolor</i>	2	5	11	11		1	11	25	66
3	<i>Parkinsonia praecox</i>			1				1	5	7
4	<i>Espostoa mirabilis</i>								1	1
5	<i>Vachellia aroma</i>	1	1				1	1		4
6	<i>Eriotheca ruizii</i>	1	1	6		1				9
7	<i>Piptadenia weberbaueri</i>				6	7	58		3	74
8	<i>Eriotheca peruviana</i>			1	1				2	4
9	<i>Clusia rigida</i>				2	1			1	4
10	<i>Ruprechtia apetala</i>	3	1	1	4				4	13
11	<i>Cedrela kuelapensis</i>						1			1
12	<i>Vachellia macracantha</i>	6	3			1	3	3		16
13	<i>Jacaranda acutifolia</i>								1	1
14	<i>Leucaena trichodes</i>	8								8
15	<i>Espostoa lanata</i>					3				3
16	<i>Armatocereus rauhii</i>			1	2				6	9
N° de individuos		21	11	21	30	21	64	16	50	234
N° de especies		6	5	6	7	6	5	4	10	16

Anexo 6.

Registro de las especies leñosas por parcela en la zona baja, centro poblado Vijus

N°	Especies	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc	Parc.	Parc.	Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	<i>Browningia pilleifera</i>	10	12	28	14	1	11	2	3	2	83
2	<i>Eriotheca discolor</i>	16	8	5	8	27	12	14	23	6	119
3	<i>Parkinsonia praecox</i>	1	2	6	1		1		1	6	18
4	<i>Espostoa mirabilis</i>	2	2	2	3			5	1	1	16
5	<i>Cnidoscolus pavonianus</i>		1								1
6	<i>Eriotheca ruizii</i>	1	1			1	3	1	1		8
7	<i>Piptadenia weberbaueri</i>				2	3					5
8	<i>Ruprechtia apetala</i>				4						4
9	<i>Vachellia macracantha</i>			1		1				1	3
10	<i>Jacaranda acutifolia</i>					1					1
11	<i>Muntingia calabura</i>							1			1
12	<i>Espostoa lanata</i>		2	1		6		1			10
13	<i>Armatocereus rauhii</i>	1	1		2		1				5
N° de individuos		31	29	43	34	40	28	24	29	16	274
N° de especies		6	8	6	7	7	5	6	5	5	13

<i>Ruprechtia aperta</i>									
<i>Schinus molle</i>			1		1		1		
<i>Vachellia aroma</i>									
<i>Tara spinosa</i>									
<i>Cedrela kuelapensis</i>					1		2		
<i>Eriotheca peruviana</i>	3		1			7		1	
<i>Ruprechtia apetala</i>		5			1		7	2	
<i>Parkinsonia praecox</i>		3							
<i>Eriotheca ruizii</i>	3	7	4	3		2		1	
<i>Espostoa mirabilis</i>				1			1		
<i>Jacaranda acutifolia</i>			1		2		1	1	
<i>Piptadenia weberbaueri</i>				3	2				2
<i>Eriotheca discolor</i>	3	2	2			2			
<i>Browningia pilleifera</i>	4								
<i>Vachellia macracantha</i>			2	1	9	2	4	4	
N° total de individuos (N)	13	17	11	10	20	14	17	11	
N° de especies (S)	4	4	6	5	10	5	7	6	
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	1,17	1,06	2,09	1,74	3,00	1,52	2,12	2,09	
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,25	0,30	0,22	0,24	0,24	0,32	0,25	0,22	

Anexo 9.

Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (Zona baja) centro poblado Chagual

Especie	N° de individuos								
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
<i>Buddleja interrupta</i>									
<i>Casimiroa edulis</i>									
<i>Iresine weberbaueri</i>									
<i>Schrebera americana</i>									
<i>Vallesia glabra</i>									
<i>Albizia multiflora</i>				1	1				

<i>Annona cherimola</i>									
<i>Armatocereus rauhii</i>								2	
<i>Erythroxylum novogranatense</i>									
<i>Sapindus saponaria</i>									
<i>Opuntia quitensis</i>						1		2	
<i>Clusia rigida</i>									
<i>Cnidoscolus pavonianus</i>						1		2	
<i>Dodonaea viscosa</i>									
<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>									
<i>Senna pallida</i>									
<i>Ruprechtia aperta</i>	2	1		2					
<i>Schinus molle</i>									
<i>Vachellia aroma</i>					1		1		
<i>Tara spinosa</i>									
<i>Cedrela kuelapensis</i>									
<i>Eriotheca peruviana</i>								2	
<i>Ruprechtia apetala</i>									
<i>Parkinsonia praecox</i>	2	1		4		1	3		6
<i>Eriotheca ruizii</i>								3	
<i>Espositoa mirabilis</i>	2	13	2	1		2	1		1
<i>Jacaranda acutifolia</i>									
<i>Piptadenia weberbaueri</i>								7	
<i>Eriotheca discolor</i>	2		2	5	4	6	18	1	4
<i>Browningia pilleifera</i>	4	15	1		3	1	2		24
<i>Vachellia macracantha</i>		4							
N° total de individuos (N)	12	34	5	14	11	16	24	13	35
N° de especies (S)	5	5	3	6	6	7	4	4	4
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	1,61	1,13	1,24	1,89	2,09	2,16	0,94	1,17	0,84
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,22	0,36	0,36	0,24	0,24	0,21	0,59	0,37	0,51

Anexo 10.

Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (Zona alta) centro poblado Vijus

Especie	N° de individuos							
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8
<i>Cnidoscolus pavonianus</i>								
<i>Muntingia calabura</i>								
<i>Cedrela kuelapensis</i>	1			1				
<i>Eriotheca peruviana</i>								
<i>Jacaranda acutifolia</i>		1	1					
<i>Clusia rigida</i>							3	
<i>Bursera graveolens</i>	1		1	8				
<i>Armatocereus rauhii</i>								
<i>Vachellia aroma</i>		5	6					
<i>Espostoa lanata</i>							2	
<i>Espostoa mirabilis</i>								
<i>Leucaena trichodes</i>	2			8		3		
<i>Eriotheca ruizii</i>	1				2	1	5	
<i>Parkinsonia praecox</i>		1						
<i>Ruprechtia apetala</i>	3	2	2	4	3	1	1	1
<i>Browningia pilleifera</i>							2	
<i>Piptadenia weberbaueri</i>	2	1			6		15	
<i>Vachellia macracantha</i>	16	26	38	7	6	11		2
<i>Eriotheca discolor</i>						1	1	1
N° total de individuos (N)	26	36	48	28	17	17	29	4
N° de especies (S)	7	6	5	5	4	5	7	3
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	1,84	1,40	1,03	1,20	1,06	1,41	1,78	1,44
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,41	0,55	0,64	0,25	0,29	0,46	0,32	0,38

Anexo 11.

Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (Zona media) centro poblado Vijus

Especie	N° de individuos							
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8
<i>Cnidoscolus pavonianus</i>								
<i>Muntingia calabura</i>								
<i>Cedrela kuelapensis</i>						1		
<i>Eriotheca peruviana</i>			1	1				2
<i>Jacaranda acutifolia</i>								1
<i>Clusia rigida</i>				2	1			1
<i>Bursera graveolens</i>								
<i>Armatocereus rauhii</i>			1	2				6
<i>Vachellia aroma</i>	1	1				1	1	
<i>Espostoa lanata</i>					3			
<i>Espostoa mirabilis</i>								1
<i>Leucaena trichodes</i>	8							
<i>Eriotheca ruizii</i>	1	1	6		1			
<i>Parkinsonia praecox</i>			1				1	5
<i>Ruprechtia apetala</i>	3	1	1	4				4
<i>Browningia pilleifera</i>				4	8			2
<i>Piptadenia weberbaueri</i>				6	7	58		3
<i>Vachellia macracantha</i>	6	3			1	3	3	
<i>Eriotheca discolor</i>	2	5	11	11		1	11	25
N° total de individuos (N)	21	11	21	30	21	64	16	50
N° de especies (S)	6	5	6	7	6	5	4	10
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	1,64	1,67	1,64	1,76	1,64	0,96	1,08	2,30
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,26	0,31	0,37	0,22	0,28	0,82	0,52	0,29

Anexo 12.

Cálculo de índices de diversidad florística por parcela (Zona baja) centro poblado Vijus

Especie	N° de Individuos								
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
<i>Cnidoscolus pavonianus</i>		1							
<i>Muntingia calabura</i>							1		
<i>Cedrela kuelapensis</i>									
<i>Eriotheca peruviana</i>									
<i>Jacaranda acutifolia</i>					1				
<i>Clusia rigida</i>									
<i>Bursera graveolens</i>									
<i>Armatocereus rauhii</i>	1	1		2		1			
<i>Vachellia aroma</i>									
<i>Espostoa lanata</i>		2	1		6		1		
<i>Espostoa mirabilis</i>	2	2	2	3			5	1	1
<i>Leucaena trichodes</i>									
<i>Eriotheca ruizii</i>	1	1			1	3	1	1	
<i>Parkinsonia praecox</i>	1	2	6	1		1		1	6
<i>Ruprechtia apetala</i>				4					
<i>Browningia pilleifera</i>	10	12	28	14	1	11	2	3	2
<i>Piptadenia weberbaueri</i>				2	3				
<i>Vachellia macracantha</i>			1		1				1
<i>Eriotheca discolor</i>	16	8	5	8	27	12	14	23	6
N° total de individuos (N)	31	29	43	34	40	28	24	29	16
N° de especies (S)	6	8	6	7	7	5	6	5	5
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)	1,46	2,08	1,33	1,70	1,63	1,20	1,57	1,19	1,44
Ind. Dominancia de Simpson (λ)	0,38	0,27	0,46	0,25	0,49	0,35	0,40	0,64	0,30

Anexo 13.

Cálculo de índices de diversidad en la gradiente (Z. baja, media y alta) Chagual

Porcentaje			Especie	N°	N°	N°
Z. Baja	Z. Media	Z. Alta		Individuos	Individuos	Individuos
	0,88%		<i>Buddleja interrupta</i>		1	
		0,55%	<i>Casimiroa edulis</i>			1
	0,88%		<i>Iresine weberbaueri</i>		1	
		0,55%	<i>Schrebera americana</i>			1
	0,88%		<i>Vallesia glabra</i>		1	
1,22%			<i>Albizia multiflora</i>	2		
	0,88%	0,55%	<i>Annona cherimola</i>		1	1
1,22%			<i>Armatocereus rauhii</i>	2		
		1,09%	<i>Erythroxylum novogranatense</i>			2
		1,09%	<i>Sapindus saponaria</i>			2
1,83%			<i>Opuntia quitensis</i>	3		
	1,77%	1,09%	<i>Clusia rigida</i>		2	2
1,83%	0,88%		<i>Cnidoscolus pavonianus</i>	3	1	
		2,19%	<i>Dodonaea viscosa</i>			4
	0,88%	1,64%	<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>		1	3
		2,19%	<i>Senna pallida</i>			4
3,05%			<i>Ruprechtia aperta</i>	5		
	2,65%	1,09%	<i>Schinus molle</i>		3	2
1,22%		3,28%	<i>Vachellia aroma</i>	2		6
		5,46%	<i>Tara spinosa</i>			10
	2,65%	4,37%	<i>Cedrela kuelapensis</i>		3	8
1,22%	10,62%		<i>Eriotheca peruviana</i>	2	12	
	13,27%		<i>Ruprechtia apetala</i>		15	
10,37%	2,65%		<i>Parkinsonia praecox</i>	17	3	
1,83%	17,70%	0,55%	<i>Eriotheca ruizii</i>	3	20	1
13,41%	1,77%	0,55%	<i>Espositoa mirabilis</i>	22	2	1

	4,42%	13,11%	<i>Jacaranda acutifolia</i>		5	24
4,27%	6,19%	18,03%	<i>Piptadenia weberbaueri</i>	7	7	33
25,61%	7,96%	0,55%	<i>Eriotheca discolor</i>	42	9	1
30,49%	3,54%		<i>Browningia pilleifera</i>	50	4	
2,44%	19,47%	42,08%	<i>Vachellia macracantha</i>	4	22	77
N° total de individuos (N)				164	113	183
N° de especies (S)				14	19	19
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)				2,55	3,81	3,46
Ind. Dominancia de Simpson (λ)				0,19	0,11	0,23

Anexo 14.

Cálculo de índices de diversidad en la gradiente (Z. baja, media y alta) Vijus

Porcentaje			Especie	N° Individuos	N° Individuos	N° Individuos
Z. Baja	Z. Media	Z. Alta				
0,36%			<i>Cnidoscolus pavonianus</i>	1		
0,36%			<i>Muntingia calabura</i>	1		
	0,43%	0,98%	<i>Cedrela kuelapensis</i>		1	2
	1,71%		<i>Eriotheca peruviana</i>		4	
0,36%	0,43%	0,98%	<i>Jacaranda acutifolia</i>	1	1	2
	1,71%	1,46%	<i>Clusia rigida</i>		4	3
		4,88%	<i>Bursera graveolens</i>			10
1,82%	3,85%		<i>Armatocereus rauhii</i>	5	9	
	1,71%	5,37%	<i>Vachellia aroma</i>		4	11
3,65%	1,28%	0,98%	<i>Espostoa lanata</i>	10	3	2
5,84%	0,43%		<i>Espostoa mirabilis</i>	16	1	
	3,42%	6,34%	<i>Leucaena trichodes</i>		8	13
2,92%	3,85%	4,39%	<i>Eriotheca ruizii</i>	8	9	9
6,57%	2,99%	0,49%	<i>Parkinsonia praecox</i>	18	7	1
1,46%	5,56%	8,29%	<i>Ruprechtia apetala</i>	4	13	17
30,29%	5,98%	0,98%	<i>Browningia pilleifera</i>	83	14	2
1,82%	31,62%	11,71%	<i>Piptadenia weberbaueri</i>	5	74	24
1,09%	6,84%	51,71%	<i>Vachellia macracantha</i>	3	16	106
43,43%	28,21%	1,46%	<i>Eriotheca discolor</i>	119	66	3
N° total de individuos (N)				274	234	205
N° de especies (S)				13	16	14
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)				2,14	2,75	2,44
Ind. Dominancia de Simpson (λ)				0,29	0,20	0,30

Anexo 15.

Cálculo de índices de diversidad florística, centros poblados Vijus y Chagual

Porcentaje	Especie	N° Individuos
0,09%	<i>Buddleja interrupta</i>	1
0,09%	<i>Casimiroa edulis</i>	1
0,09%	<i>Iresine weberbaueri</i>	1
0,09%	<i>Muntingia calabura</i>	1
0,09%	<i>Schrebera americana</i>	1
0,09%	<i>Vallesia glabra</i>	1
0,17%	<i>Albizia multiflora</i>	2
0,17%	<i>Annona cherimola</i>	2
0,17%	<i>Erythroxylum novogranatense</i>	2
0,17%	<i>Sapindus saponaria</i>	2
0,26%	<i>Opuntia quitensis</i>	3
0,34%	<i>Dodonaea viscosa</i>	4
0,34%	<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>	4
0,34%	<i>Senna pallida</i>	4
0,43%	<i>Cnidocolus pavonianus</i>	5
0,43%	<i>Ruprechtia aperta</i>	5
0,43%	<i>Schinus molle</i>	5
0,85%	<i>Bursera graveolens</i>	10
0,85%	<i>Tara spinosa</i>	10
0,94%	<i>Clusia rigida</i>	11
1,19%	<i>Cedrela kuelapensis</i>	14
1,28%	<i>Espositoa lanata</i>	15
1,36%	<i>Armatocereus rauhii</i>	16
1,53%	<i>Eriotheca peruviana</i>	18
1,79%	<i>Leucaena trichodes</i>	21
1,96%	<i>Vachellia aroma</i>	23
2,81%	<i>Jacaranda acutifolia</i>	33

3,58%	<i>Espostoa mirabilis</i>	42
3,92%	<i>Parkinsonia praecox</i>	46
4,18%	<i>Ruprechtia apetala</i>	49
4,26%	<i>Eriotheca ruizii</i>	50
12,79%	<i>Piptadenia weberbaueri</i>	150
13,04%	<i>Browningia pilleifera</i>	153
19,44%	<i>Vachellia macracantha</i>	228
20,46%	<i>Eriotheca discolor</i>	240
N° total de individuos (N)		1 173
N° de especies (S)		35
Ind. Diversidad de Margalef (DMg)		4,81
Ind. Dominancia de Simpson (λ)		0,12

Anexo 16.

Similitud de especies entre los centros poblados Chagual y Vijus

Especies	N° Individuos	N° Individuos	Chagual P/A (A)	Vijus P/A (B)	Especies comunes (C)
<i>Buddleja interrupta</i>	1		1	0	0
<i>Casimiroa edulis</i>	1		1	0	0
<i>Iresine weberbaueri</i>	1		1	0	0
<i>Schrebera americana</i>	1		1	0	0
<i>Vallesia glabra</i>	1		1	0	0
<i>Albizia multiflora</i>	2		1	0	0
<i>Annona cherimola</i>	2		1	0	0
<i>Armatocereus rauhii</i>	2	14	1	1	1
<i>Erythroxylum novogranatense</i>	2		1	0	0
<i>Sapindus saponaria</i>	2		1	0	0
<i>Opuntia quitensis</i>	3		1	0	0
<i>Clusia rigida</i>	4	7	1	1	1
<i>Cnidocolus pavonianus</i>	4	1	1	1	1
<i>Dodonaea viscosa</i>	4		1	0	0
<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>	4		1	0	0
<i>Senna pallida</i>	4		1	0	0
<i>Ruprechtia aperta</i>	5		1	0	0
<i>Schinus molle</i>	5		1	0	0
<i>Vachellia aroma</i>	8	15	1	1	1
<i>Tara spinosa</i>	10		1	0	0
<i>Cedrela kuelapensis</i>	11	3	1	1	1
<i>Eriotheca peruviana</i>	14	4	1	1	1
<i>Ruprechtia apetala</i>	15	34	1	1	1
<i>Parkinsonia praecox</i>	20	26	1	1	1
<i>Eriotheca ruizii</i>	24	26	1	1	1
<i>Espostoa mirabilis</i>	25	17	1	1	1

<i>Jacaranda acutifolia</i>	29	4	1	1	1
<i>Piptadenia weberbaueri</i>	47	103	1	1	1
<i>Eriotheca discolor</i>	52	188	1	1	1
<i>Browningia pilleifera</i>	54	99	1	1	1
<i>Vachellia macracantha</i>	103	125	1	1	1
<i>Muntingia calabura</i>		1	0	1	0
<i>Bursera graveolens</i>		10	0	1	0
<i>Espositoa lanata</i>		15	0	1	0
<i>Leucaena trichodes</i>		21	0	1	0
Total de especies			31	19	15
Índice de Jaccard				0,43	43%

Anexo 17.

Similitud de especies entre zona baja y media del centro poblado Chagual

Especies	N°	N°	Z. baja	Z. media	Especies comunes (C)
	Individuos	Individuos	P/A (A)	P/A (B)	
<i>Vachellia aroma</i>	2		1	0	0
<i>Albizia multiflora</i>	2		1	0	0
<i>Armatocereus rauhii</i>	2		1	0	0
<i>Eriotheca peruviana</i>	2	12	1	1	1
<i>Cnidoscolus pavonianus</i>	3	1	1	1	1
<i>Eriotheca ruizii</i>	3	20	1	1	1
<i>Opuntia quitensis</i>	3		1	0	0
<i>Vachellia macracantha</i>	4	22	1	1	1
<i>Ruprechtia aperta</i>	5		1	0	0
<i>Piptadenia weberbaueri</i>	7	7	1	1	1
<i>Parkinsonia praecox</i>	17	3	1	1	1
<i>Espositoa mirabilis</i>	22	2	1	1	1
<i>Eriotheca discolor</i>	42	9	1	1	1
<i>Browningia pilleifera</i>	50	4	1	1	1

<i>Annona cherimola</i>	1	0	1	0
<i>Buddleja interrupta</i>	1	0	1	0
<i>Iresine weberbaueri</i>	1	0	1	0
<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>	1	0	1	0
<i>Vallesia glabra</i>	1	0	1	0
<i>Clusia rigida</i>	2	0	1	0
<i>Cedrela kuelapensis</i>	3	0	1	0
<i>Schinus molle</i>	3	0	1	0
<i>Jacaranda acutifolia</i>	5	0	1	0
<i>Ruprechtia apetala</i>	15	0	1	0
Total de especies		14	19	9
Índice de Jaccard			0,38	38%

Anexo 18.

Similitud de especies entre zona media y alta del centro poblado Chagual

Especies	N°	N°	Z. media	Z. alta P/A	Especies comunes (C)
	Individuos	Individuos	P/A (A)	(B)	
<i>Annona cherimola</i>	1	1	1	1	1
<i>Buddleja interrupta</i>	1		1	0	0
<i>Cnidocolus pavonianus</i>	1		1	0	0
<i>Iresine weberbaueri</i>	1		1	0	0
<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>	1	3	1	1	1
<i>Vallesia glabra</i>	1		1	0	0
<i>Clusia rigida</i>	2	2	1	1	1
<i>Espostoa mirabilis</i>	2	1	1	1	1
<i>Cedrela kuelapensis</i>	3	8	1	1	1
<i>Parkinsonia praecox</i>	3		1	0	0
<i>Schinus molle</i>	3	2	1	1	1
<i>Browningia pilleifera</i>	4		1	0	0
<i>Jacaranda acutifolia</i>	5	24	1	1	1

<i>Piptadenia weberbaueri</i>	7	33	1	1	1
<i>Eriotheca discolor</i>	9	1	1	1	1
<i>Eriotheca peruviana</i>	12		1	0	0
<i>Ruprechtia apetala</i>	15		1	0	0
<i>Eriotheca ruizii</i>	20	1	1	1	1
<i>Vachellia macracantha</i>	22	77	1	1	1
<i>Casimiroa edulis</i>		1	0	1	0
<i>Schrebera americana</i>		1	0	1	0
<i>Erythroxylum novogranatense</i>		2	0	1	0
<i>Sapindus saponaria</i>		2	0	1	0
<i>Dodonaea viscosa</i>		4	0	1	0
<i>Senna pallida</i>		4	0	1	0
<i>Vachellia aroma</i>		6	0	1	0
<i>Tara spinosa</i>		10	0	1	0
Total de especies			19	19	11
Índice de Jaccard				0,41	41%

Anexo 19.

Similitud de especies entre zona baja y alta del centro poblado Chagual

Especies	N° Individuos	N° Individuos	Z. baja P/A (A)	Z. alta P/A (B)	Especies comunes (C)
<i>Vachellia aroma</i>	2	6	1	1	1
<i>Albizia multiflora</i>	2		1	0	0
<i>Armatocereus rauhii</i>	2		1	0	0
<i>Eriotheca peruviana</i>	2		1	0	0
<i>Cnidoscolus pavonianus</i>	3		1	0	0
<i>Eriotheca ruizii</i>	3	1	1	1	1
<i>Opuntia quitensis</i>	3		1	0	0
<i>Vachellia macracantha</i>	4	77	1	1	1
<i>Ruprechtia aperta</i>	5		1	0	0

<i>Piptadenia weberbaueri</i>	7	33	1	1	1
<i>Parkinsonia praecox</i>	17		1	0	0
<i>Espositoa mirabilis</i>	22	1	1	1	1
<i>Eriotheca discolor</i>	42	1	1	1	1
<i>Browningia pilleifera</i>	50		1	0	0
<i>Annona cherimola</i>		1	0	1	0
<i>Casimiroa edulis</i>		1	0	1	0
<i>Schrebera americana</i>		1	0	1	0
<i>Clusia rigida</i>		2	0	1	0
<i>Erythroxylum novogranatense</i>		2	0	1	0
<i>Sapindus saponaria</i>		2	0	1	0
<i>Schinus molle</i>		2	0	1	0
<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>		3	0	1	0
<i>Dodonaea viscosa</i>		4	0	1	0
<i>Senna pallida</i>		4	0	1	0
<i>Cedrela kuelapensis</i>		8	0	1	0
<i>Tara spinosa</i>		10	0	1	0
<i>Jacaranda acutifolia</i>		24	0	1	0
Total especies			14	19	6
Índice de Jaccard				0,22	22%

Anexo 20.*Similitud de especies entre zona baja y media del centro poblado Vijus*

Especies	N°	N°	Z. baja	Z. media	Especies
	Individuos	Individuos	P/A (A)	P/A (B)	comunes (C)
<i>Cnidocolus pavonianus</i>	1		1	0	0
<i>Jacaranda acutifolia</i>	1	1	1	1	1
<i>Muntingia calabura</i>	1		1	0	0
<i>Vachellia macracantha</i>	3	16	1	1	1
<i>Ruprechtia apetala</i>	4	13	1	1	1
<i>Armatocereus rauhii</i>	5	9	1	1	1
<i>Piptadenia weberbaueri</i>	5	74	1	1	1
<i>Eriotheca ruizii</i>	8	9	1	1	1
<i>Espostoa lanata</i>	10	3	1	1	1
<i>Espostoa mirabilis</i>	16	1	1	1	1
<i>Parkinsonia praecox</i>	18	7	1	1	1
<i>Browningia pilleifera</i>	83	14	1	1	1
<i>Eriotheca discolor</i>	119	66	1	1	1
<i>Cedrela kuelapensis</i>		1	0	1	0
<i>Vachellia aroma</i>		4	0	1	0
<i>Clusia rigida</i>		4	0	1	0
<i>Eriotheca peruviana</i>		4	0	1	0
<i>Leucaena trichodes</i>		8	0	1	0
Total de especies			13	16	11
Índice de Jaccard				0,61	61%

Anexo 21.*Similitud de especies entre zona media y alta del centro poblado Vijus*

Especies	N° Individuos	N° Individuos	Z. media P/A (A)	Z. alta P/A (B)	Especies comunes (C)
<i>Cedrela kuelapensis</i>	1	2	1	1	1
<i>Espostoa mirabilis</i>	1		1	0	0
<i>Jacaranda acutifolia</i>	1	2	1	1	1
<i>Espostoa lanata</i>	3	2	1	1	1
<i>Vachellia aroma</i>	4	11	1	1	1
<i>Clusia rigida</i>	4	3	1	1	1
<i>Eriotheca peruviana</i>	4		1	0	0
<i>Parkinsonia praecox</i>	7	1	1	1	1
<i>Leucaena trichodes</i>	8	13	1	1	1
<i>Armatocereus rauhii</i>	9		1	0	0
<i>Eriotheca ruizii</i>	9	9	1	1	1
<i>Ruprechtia apetala</i>	13	17	1	1	1
<i>Browningia pilleifera</i>	14	2	1	1	1
<i>Vachellia macracantha</i>	16	106	1	1	1
<i>Eriotheca discolor</i>	66	3	1	1	1
<i>Piptadenia weberbaueri</i>	74	24	1	1	1
<i>Bursera graveolens</i>		10	0	1	0
Total de especies			16	14	13
Índice de Jaccard				0,77	77%

Anexo 22.*Similitud de especies entre zona baja y alta del centro poblado Vijus*

Especies	N° Individuos	N° Individuos	Z. baja P/A (A)	Z. alta P/A (B)	Especies comunes (C)
<i>Cnidoscolus pavonianus</i>	1		1	0	0
<i>Jacaranda acutifolia</i>	1	2	1	1	1
<i>Muntingia calabura</i>	1		1	0	0
<i>Vachellia macracantha</i>	3	106	1	1	1
<i>Ruprechtia apetala</i>	4	17	1	1	1
<i>Armatocereus rauhii</i>	5		1	0	0
<i>Piptadenia weberbaueri</i>	5	24	1	1	1
<i>Eriotheca ruizii</i>	8	9	1	1	1
<i>Espostoa lanata</i>	10	2	1	1	1
<i>Espostoa mirabilis</i>	16		1	0	0
<i>Parkinsonia praecox</i>	18	1	1	1	1
<i>Browningia pilleifera</i>	83	2	1	1	1
<i>Eriotheca discolor</i>	119	3	1	1	1
<i>Cedrela kuelapensis</i>		2	0	1	0
<i>Clusia rigida</i>		3	0	1	0
<i>Bursera graveolens</i>		10	0	1	0
<i>Vachellia aroma</i>		11	0	1	0
<i>Leucaena trichodes</i>		13	0	1	0
Total de especies			13	14	9
Índice de Jaccard				0,50	50%

Anexo 23.*Panel fotográfico***Figura 7.** *Establecimiento de parcela de 20 m x 50 m, centro poblado Chagual***Figura 8.** *Establecimiento de parcela de 20 m x 50 m, centro poblado Vijus*

Figura 9. Georreferenciación de parcelas en el área de estudio

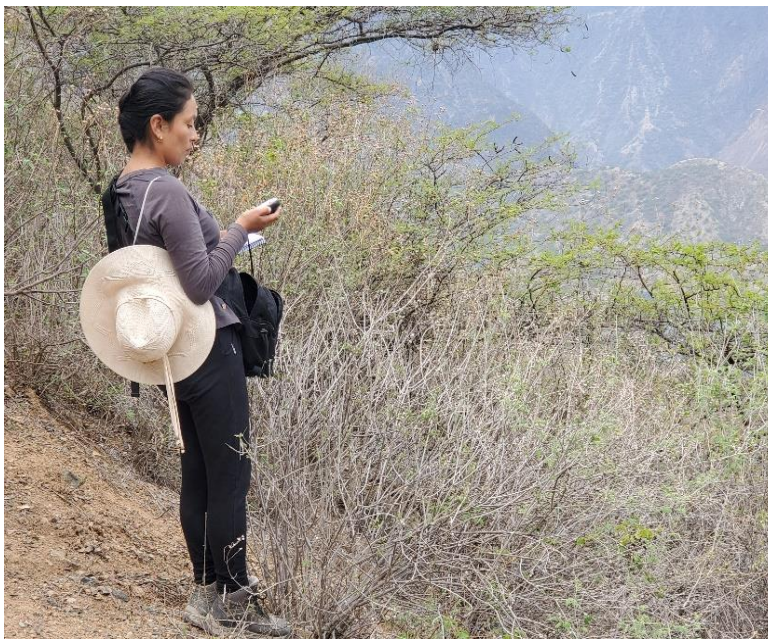


Figura 10. Medición de DAP de un arbusto de *Piptadenia weberbaueri*, centro poblado Chagual



Figura 11. *Medición de DAP de un árbol de Eriotheca discolor, centro poblado Vijus*



Figura 12. *Colección de muestras botánicas de especies forestales*



Figura 13. Grupo de trabajo en área de estudio



Figura 14. Muestras botánicas en el Laboratorio de Dendrología de la EAP - Ing. Forestal de la
UNC



Figura 15. *Revisión y selección de muestras en el laboratorio de Dendrología de la EAP - Ing. Forestal de la UNC*



Figura 16. *Montaje de muestras botánicas en el laboratorio de Dendrología de la EAP - Ing. Forestal de la UNC*



Figura 17. Muestras montadas en el laboratorio de Dendrología de la EAP - Ing. Forestal de la
UNC



Figura 18. Pegado de etiquetas en las muestras botánicas montadas



Figura 19. *Individuos de Opuntia quitensis*



Figura 20. *Individuo de Senna pallida*



Figura 21. *Individuo de Armatocereus rauhi*



Figura 22. *Individuo de Browningia pilleifera*

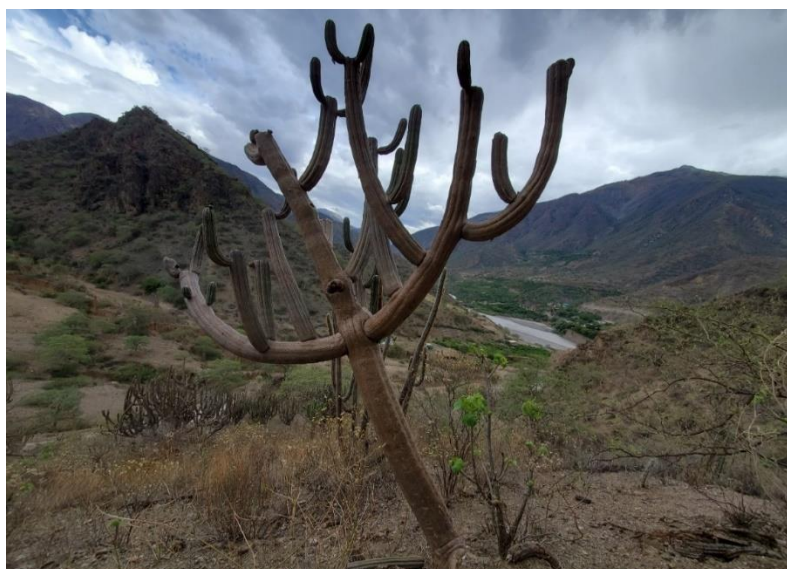


Figura 23. Individuos de *Eriotheca ruizii*, *Eriotheca peruviana* y *Eriotheca discolor*



Figura 24. Individuo de *Cedrela kuelapensis*



Figura 25. *Individuo de Espostoa mirabilis*



Figura 26. *Individuo de Espostoa lanata*



Figura 27. *Individuos de Piptadenia weberbaueri*



Figura 28. *Vista panorámica del área de estudio, centro poblado Chagual*



Figura 29. *Vista panorámica del área de estudio, centro poblado Chagual*



Figura 30. *Vista panorámica del área de estudio, centro poblado Vijus*



Figura 31. *Vista panorámica área de estudio, centro poblado Vijus*



Figura 32. *Reducción del bosque seco, por actividad minera formal e informal*



Figura 33. *Reducción del bosque seco, por cambio de uso de suelo para agricultura o ganadería*



Figura 34. *Reducción del bosque seco, por agricultura*

