

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
FILIAL JAÉN



**“DIVERSIDAD, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA,
ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LOS BOSQUES
ESTACIONALMENTE SECOS DEL VALLE DEL
MARAÑÓN, PERÚ”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

KARIM ROCIO LÓPEZ FERNÁNDEZ

ASESOR:

Ing. M.Sc. WALTER RONCAL BRIONES

JAÉN – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Karim Rocio López Fernández
DNI Nº: 74153498
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
2. Asesor:
Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
Facultad/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
DIVERSIDAD, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LOS BOSQUES
ESTACIONALMENTE SECOS DEL VALLE DEL MARAÑÓN, PERÚ
6. Fecha de evaluación: 16/02/2023
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 03%
9. Código Documento: oid: D158748995
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 29/08/2024

Firma y/o Sello
Emisor Constancia


Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
DNI: 26632728



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **tres** días del mes de **agosto** del año dos mil veintitrés, se reunieron en el **ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°221-2023-FCA-UNC, de fecha 15 de mayo en del 2023, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulada: "**DIVERSIDAD, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LOS BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DEL VALLE DEL MARAÑÓN, PERÚ**", ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña KARIM ROCIO LÓPEZ FERNÁNDEZ**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

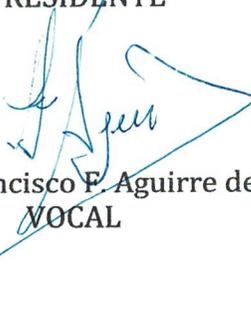
A las **catorce** horas y **treinta** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **catorce (14)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **dieciséis** horas y **cero** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 03 de agosto de 2023.


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
SECRETARIO


Ing. M. Sc. Francisco F. Aguirre de los Ríos
VOCAL


Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios y a mi padre por guiarme siempre

A mis hermanas

A todos los profesionales que destinan su tiempo al campo de la
investigación forestal

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios

Al Dr. José Luis Marcelo Peña por brindarme la digna oportunidad de formar parte de su grupo de investigación y por el apoyo brindado en el desarrollo de la presente investigación, su paciencia y confianza, por la cual siempre estaré en deuda.

A PROCIENCIA y CONCYTEC por el financiamiento del proyecto N° 147-2020: “Influencia del cambio climático en la frecuencia de sequias y fenómeno El Niño mediante el análisis de anillos de crecimiento de árboles de bosques estacionalmente secos del norte del Perú”, en el marco del cual se desarrolló la tesis.

Al Semillero de investigación en ecología y restauración de ecosistemas (SIERE) de la UNJ por formar parte de la brigada de campo.

A mi familia y mis amigos, que siempre me han ofrecido gran apoyo moral y humano, y con sus consejos me han guiado por el buen camino.

En general a todas las instituciones, organismos, personas, y comunidades que de alguna manera facilitaron el acceso a la información necesaria para cumplir los objetivos de esta investigación.

A mi asesor Ing. Msc. Walter Roncal Briones

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. Antecedentes de la investigación	13
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Los bosques estacionalmente secos neotropicales	16
2.2.2. Parcelas permanentes de monitoreo	18
2.2.3. Diversidad Biológica.....	19
2.2.4. Composición florística	20
2.2.5. Estructura del bosque	20
2.2.6. Dinámica del bosque	22
2.3. Definición de términos básicos	22
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	25
3.1. Ubicación de la investigación	25
3.1.1. Ubicación.....	25
3.1.2. Descripción de la zona de estudio.....	26
3.2. Materiales, equipos y herramientas	28
3.3. Metodología	29
3.3.1. Trabajo de campo	29
3.3.2. Trabajo de gabinete	33
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36

4.1.	Resultados	36
4.1.1.	Diversidad y composición florística en los BES del Valle del Marañón	36
4.1.2.	Estructura en los BES del Valle del Marañón.....	40
4.1.3.	Dinámica del BES del Valle del Marañón.....	45
4.2.	Discusión.....	49
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		58
5.1.	Conclusiones.....	58
5.2.	Recomendaciones	59
CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		60
CAPÍTULO VII ANEXOS		69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ubicación, codificación y estado de las parcelas permanentes de monitoreo	28
Tabla 2	Formato de campo para inventario forestal en parcela nueva	30
Tabla 3	Formato para la digitalización de datos según protocolo DRYFLOR	33
Tabla 4	Individuos y especies presentes en cada PPM del BES del Maraón	36
Tabla 5	Lista de familias y número de especies registradas en las PPM del BES del Maraón	37
Tabla 6	Índices de diversidad en las PPM del BES del Maraón	38
Tabla 7	Índice de valor de importancia de las familias	43
Tabla 8	Individuos, familias, géneros, especies y cociente de mezcla de cada PPM	45
Tabla 9	Tasas de mortalidad y reclutamiento por periodos intercensales	46
Tabla 10	Especies con mayor cantidad de individuos muertos y reclutados	47
Tabla 11	Incremento medio anual por especie en las PPM del BES del Maraón	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Distribución del BES interandino en Perú</i>	17
Figura 2. <i>Mapa de ubicación de las parcelas</i>	25
Figura 3. <i>Individuos de <i>Espostoa mirabilis</i></i>	32
Figura 4. <i>Esquema metodológico para el procesamiento de datos</i>	34
Figura 5. <i>Dendrograma de similitud-disimilitud (Bray-Curtis) para las PPM</i>	39
Figura 6. <i>Curva de especie - área para las PPM del BES del Marañón</i>	40
Figura 7. <i>Individuos y especies de las PPM del BES del Marañón</i>	40
Figura 8. <i>Índice de valor de importancia de las familias</i>	43
Figura 9. <i>Distribución diamétrica de los individuos en las PPM</i>	44
Figura 10. <i>Distribución diamétrica del total de individuos muertos en las PPM</i>	48

RESUMEN

Se cuantificó la diversidad, composición florística, estructura y dinámica de los bosques estacionalmente secos (BES) del valle del Marañón, en 13 parcelas permanentes, cinco fueron remedidas en periodos intercensales de tres, cinco y ocho años, aplicando el protocolo para el establecimiento y remediación de parcelas permanentes en bosque seco (DRYFLOR). Se registraron un total de 5079 individuos y se identificaron 71 especies correspondientes a 57 géneros y 29 familias, las familias que presentaron más especies fueron Fabaceae, Cactaceae y Malvaceae, asimismo, Cactaceae y Lythraceae fueron las más abundantes. Las especies más abundantes y frecuentes fueron *Armatocereus rauhii*, *Browningia pilleifera* y *Parkinsonia praecox*. Se identificaron 12 especies endémicas siendo *Parkinsonia peruviana*, *Esenbeckia cornuta* y *Pseudobombax cajamarcanus* catalogadas en Peligro Crítico de extinción. El índice de diversidad alfa indica una diversidad baja a intermedia y el índice de diversidad beta muestra heterogeneidad entre los fragmentos. Se presenta por primera vez, información cuantitativa de dinámica de los BES del norte de Perú, estos fragmentos alcanzaron tasas de mortalidad de 2.2 % y tasas de reclutamiento de 3.9 %. Los valores más altos de incremento diamétrico anual en *Cedrela kuelapensis*, *Erythroxylum* sp. y *Ceiba insignis* (7.12, 3.99 y 3.69 mm/año respectivamente), mientras que *Acacia macracantha*, *Pereskia horrida* y *Xylosma* sp., presentaron los valores más bajos (0.62, 0.51 y 0.50 mm/año).

Palabras clave: dinámica, bosque estacionalmente seco, estructura, composición florística.

ABSTRACT

The diversity, floristic composition, structure and dynamics of the seasonally dry forests (BES) of the Marañón valley were quantified in 13 permanent plots, five were remeasured in intercensal periods of three, five and eight years, applying the protocol for the establishment and remeasurement of permanent plots in dry forest (DRYFLOR). A total of 5079 individuals were recorded and 71 species corresponding to 57 genera and 29 families were identified; the families that presented the most species were Fabaceae, Cactaceae and Malvaceae, likewise, Cactaceae and Lythraceae were the most abundant. The most abundant and frequent species were *Armatocereus rauhii*, *Browningia pilleifera* and *Parkinsonia praecox*. Twelve endemic species were identified, with *Parkinsonia peruviana*, *Esenbeckia cornuta* and *Pseudobombax cajamarcanus* cataloged as Critically Endangered. The alpha diversity index indicates low to intermediate diversity and the beta diversity index shows heterogeneity between fragments. Here, for the first time, quantitative information on the dynamics of the BES in northern Peru is presented. These fragments reached mortality rates of 2.2 % and recruitment rates of 3.9 %. The highest values of annual diameter increase in *Cedrela kuelapensis*, *Erythroxylum* sp. and *Ceiba insignis* (7.12, 3.99 and 3.69 mm/year respectively), while *Acacia macracantha*, *Pereskia horrida* and *Xylosma* sp., presented the lowest values (0.62, 0.51 and 0.50 mm/year).

Keywords: dynamics, seasonally dry forest, structure, floristic composition.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Dispersos a lo largo de la región Neotropical se encuentran los bosques estacionalmente secos (BES) que constituyen más del 50 % de los bosques secos existentes en el planeta (Miles et al., 2006), se caracterizan por presentar árboles caducifolios y semicaducifolios (Pennington et al., 2010), adaptados a una severa estacionalidad climática (Espinosa et al., 2012; MINAM, 2021a) y al frecuente déficit hídrico en el suelo (Melo et al., 2017), que lo posiciona en uno de los ecosistemas más resilientes del mundo.

La disminución de cobertura boscosa en el BES ha sido observada, año tras año, como una actividad “normal” dado al poco interés e importancia ecológica que visiblemente representa, además la presencia de grandes extensiones de territorio fértil y de fácil acceso cedió el paso a cultivos agrícolas y pastoreo, estas situaciones produjeron parches discontinuos de bosque que, gracias a sus condiciones topográficas (altas pendientes o difícil acceso), se mantienen con baja intervención antrópica. Actualmente ocupa solo el 10 % de su área original (Miles et al., 2006). La mayoría de parches de BES son ecosistemas restringidos, refugio de especies endémicas como *Parkinsonia peruviana* y *Esenbeckia cornuta* (Marcelo-Peña, 2008; Navarrete, 2019).

Estudios en los BES han estado orientados principalmente a comprender los valores de diversidad, composición, estructura, endemismos (Fuentes, 2019; Gálvez, 2013; Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005; Marcelo-Peña et al., 2007, 2015; Vásquez, 2021). Sin embargo, hay escasa información de su dinámica, informaciones en este foco han sido publicadas principalmente para bosques lluviosos de Amazonía (Aguilar & Reynel, 2009; Nebel et al., 2016; Palqui, 2013).

Actualmente es importante entender cómo los BES crecen, cambian y se adaptan a las presiones ambientales en el corto, mediano y largo plazo, siendo importantes para orientar la gestión del patrimonio forestal bajo escenarios de cambio climático, de severa fragmentación (Noguera-Talavera, 2016; Ulloa-Delgado, 2016) y de presión antrópica, el estudio de estos parámetros son posibles gracias a la instalación de parcelas permanentes de monitoreo (PPM) mediante protocolos como DRYFLOR.

En el contexto que se encuentran los BES en el norte del Perú, se hace difícil implementar propuestas de manejo y conservación consistentes, si aún no se conoce la riqueza y la dinámica de las especies presentes, ante ello, considerando la extensión de este bioma y la necesidad de recabar información en cada extremo, se propuso esta investigación con los siguientes objetivos específicos: Analizar la diversidad, composición florística y estructura de los bosque estacionalmente seco de la parte media y norte del valle del Marañón, calcular y comparar las tasas de crecimiento de las especies evaluadas, y contrastar la dinámica (reclutamiento y mortalidad) de los bosques estacionalmente secos del valle del Marañón con otras áreas del mismo ecosistema.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Fernandes et al. (2020) realizaron una lista de verificación de la vegetación caducifolia que se encuentran en la Caatinga, registraron 3347 especies, 962 géneros y 153 familias, de las cuales 526 especies y 29 géneros endémicos, revelaron también la alta diversidad, no obstante, la mayoría de las especies que habitan en Caatinga se comparten con otros biomas tropicales que no pertenecen al SDTFW, lo que probablemente refleja zonas de transición con las sabanas y selvas tropicales circundantes.

Uslar et al.(2004) analizaron un bosque seco semidecuido en Bolivia mediante dos evaluaciones (años 1995 y 2002), encontrando un promedio de 29.5 especies y 526 individuos/ha, un incremento diamétrico de área basal promedio de 1.78 % y el incremento en DAP de 0.20 cm. También determinaron que las especies *Aspidosperma cylindrocarpon* y *Phyllostylon rhamnoides* como las más dominantes y frecuentes; este ecosistema presentó una buena regeneración natural, con una tasa de mortalidad intermedia (1.98 %), concluyeron que su baja diversidad se debe a que se encuentra en una zona de transición, por ello es un ecosistema frágil para propósitos de manejo.

Blanco (2017) estudió el bosque seco tropical en Costa Rica, evaluando específicamente los estadios sucesionales, sus resultados concluyeron que el estadio intermedio es el más diverso, además el estadio tardío presentó un bajo índice de mortalidad a 3.63 %, respecto al reclutamiento determinaron que el estadio intermedio tuvo el valor más alto (3.10 %), asimismo, demostró que existe una marcada diferencia entre los estadios sucesionales, pues la estructura del bosque es más compleja conforme avanza el estadio.

Swaine y Lieberman (1987) indican que la tasa de reclutamiento varía de acuerdo al tipo de bosque; por ejemplo, en un bosque templado seco, la tasa de reclutamiento puede ser de 0.73 % / año, que es baja comparada con un bosque tropical seco (1.51 % / año) o un bosque húmedo (2.99-4.57 % / año) todo esto indica que la disponibilidad de agua en el suelo es un indicador importante para el crecimiento de los juveniles.

Banda-R et al. (2016) analizaron las afinidades florísticas del BES neotropical, determinando bajos niveles de similitud florística pues no se reporta ninguna especie para los 12 grupos florísticos evaluados, sin embargo registraron tres especies presentes en la mayoría de los sitios, *Maclura tinctoria* (Moraceae), *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) y *Celtis iguanaea* (Cannabaceae), concluyendo que, debido a que estas especies tienden a crecer en áreas alteradas, su presencia podría ser una consecuencia de un alto nivel de degradación y fragmentación.

Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005) en su estudio sobre los bosques secos en el noroeste del Perú se identificaron 34 familias, 58 géneros y 85 especies para toda la zona, y un promedio de 96.77 árboles/ha, este bajo valor fue interpretado como una consecuencia del impacto que causan la actividad ganadera y antrópica. En su estudio la familia Leguminosae fue la más representativa, y determinaron a *Ceiba trichistandra* como especie más dominante. Concluyeron que este ecosistema manifiesta un alto dinamismo regenerativo debido que las clases diamétricas más bajas presentaron más individuos.

Marcelo-Peña (2017) en su estudio de diversidad plantas de los BES de valle de Marañón reportaron 440 especies de plantas leñosas, siendo 143 (33 %) endémicas del valle. Esta información revela que el valle del Marañón es un buen representante de los BES peruanos en su conjunto, con un promedio de 56 % de especies de BES y 78 % de géneros encontrados, además, encontraron que Leguminosae es la familia más rica con 32 géneros presentes. Concluyeron que

las áreas de conservación deben establecerse a lo largo de las zonas de elevación para maximizar la protección de esta flora única en el mundo.

Guzman et al. (2021), recopilaron informaciones para analizar el endemismo de flora leñosa y fauna tetrápoda, y conservación estado del Bosque Tropical Seco Estacional interandino de la valle del Marañón, determinaron que existen aproximadamente 441 especies de flora leñosa de las cuales 143 son endémicas y 10 de ellas están amenazadas, además indica que solo 51 especies endémicas se encuentran dentro de ANP bajo administración regional y privada, concluyeron que se necesita más esfuerzos para la conservación de este ecosistema por su importancia ecológica.

Marcelo-Peña et al.(2019) realizaron una investigación en anatomía y tasa de crecimiento diamétrico, determinando a *Cedrela kuelapensis* (4,3 mm / año) como la especie con mayor tasa de crecimiento diamétrico, seguido de *Anadenanthera colubrina* y *Cordia iguaguana* con 2.87 mm/ año y 2.56 mm/ año respectivamente, concluyeron que *C. kuelapensis* cuenta con un potencial para planes de restauración y reforestación.

Marcelo-Peña et al. (2007) realizaron estudios en los BES de los alrededores de Jaén, revelando que estos ecosistemas presentan menor diversidad que los BES de países vecinos, debido a los fuertes impactos sometidos por pastoreo de ganado vacuno y la extracción de leña de especies como *Cordia iguaguana*, *Tetrasida chachapoyensis* y *Browningia altissima*, especies endémicas que alcanzaron los mayores valores de IVI.

Roncal-Rabanal et al.(2020) analizaron la dieta del Periquito de Cara Amarilla (*Forpus xanthops*) en el BES del Marañón, determinaron que esta especie se alimenta principalmente de los cactus *Espostoa lanata*, *Espostoa mirabilis*, *Armatocereus rauhii* siendo estas dos últimas especies endémicas de Perú, además se presentan registros de alimentación en *Parkinsonia*

praecox, *Eriotheca discolor*, *Ochroma pyramidale* y las especies frutales *Spondias purpurea* y *Citrus sinensis*., ponen énfasis en la falta de áreas de conservación que aseguren la existencia de las especies que son el alimento del *Forpus xanthops*.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Los bosques estacionalmente secos neotropicales

Los BES se distribuyen en el continente americano en forma de arco desde las Caatingas del noreste del Brasil, atraviesa el sector de las antiguas misiones jesuíticas de Brasil, Paraguay y Argentina, la Chiquitania boliviana, el Bosque Pedemontano Subandino del suroeste de Bolivia y noroeste de Argentina, e incluye algunos valles secos interandinos de Bolivia y Perú (Prado, 2010).

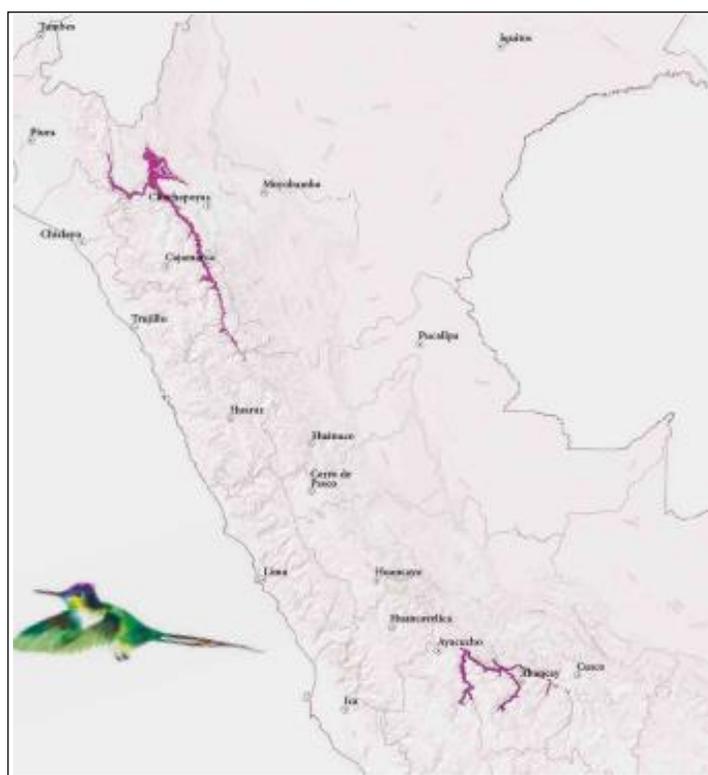
Según Pennington et al. (2009) este bioma ocurre en regiones donde la precipitación es menor que 1800 mm al año y la vegetación es mayoritariamente caducifolia, sin embargo, en formaciones más secas predominan las especies de hoja perenne y suculentas, además este ecosistema, por su nivel de perturbación, se presenta en parches cada vez más divididos que influye en la evolución de las especies dando lugar a la deriva ecológica donde las especies endémicas se vuelven más comunes a escala local pero raras en otros relictos de bosque.

La gran diversidad de los BES neotropicales se debe tanto a la heterogeneidad climática como a la historia geológica. La heterogeneidad climática, la cual abarca regímenes de precipitación, temperatura y estacionalidad tan amplios, así como la topográfica, han tenido un profundo efecto en la estructura y composición de la vegetación neotropical (Cayuela & Granzow-de-la-Cerda, 2012). Es así que los BES del Perú, representan una muestra única debido a su localización aislada en el lado este de la región Andina, la cual es clave para entender su origen y la posible evolución de las especies endémicas (García-Villacorta, 2009).

En Perú, los BES, se estima que abarcan un área total de 3,6 millones de hectáreas, lo que representa el 4,7 % del total de bosques en el país, distribuido en los departamentos de Lambayeque, Piura, Amazonas, Cajamarca, Huancavelica, Junín, Apurímac y Cusco, Se encuentra expuesto a severas condiciones climáticas como altas temperaturas, sequedad extrema, ocurrencia irregular de fuertes lluvias y con presencia del fenómeno de El Niño. Son muros naturales que controlan el avance de los desiertos y las dunas, proveen de abono orgánico al agro y brindan alimentación a los hombres y al ganado (MINAM, 2021a).

Figura 1

Distribución del BES interandino en Perú



Fuente: MINAM (2021).

La problemática de este bosque es la pérdida de la cobertura vegetal, producido por la constante amenaza de la tala ilegal y el limitado cumplimiento de las políticas forestales, además está relacionado con la carente capacidad reglamentaria para la conservación y uso sostenible,

como consecuencia de la orientación de las leyes hacia el manejo de los bosques húmedos tropicales, dando origen a vacíos legales que no contribuyen a la sostenibilidad de los remanentes de BES (Moreno, 2001), todo esto sumado al impacto del cambio climático en la fenología, crecimiento y dinámica del bosque, hace este ecosistema frágil a cambios severos que pueden propiciar la extinción de las especies.

2.2.2. Parcelas permanentes de monitoreo

Son unidades de muestreo que permanecen instaladas en un lugar específico con el objetivo de brindar información periódica mediante inventarios forestales, censos u otros métodos de acuerdo al estudio que se planifica, principalmente se estudia la diversidad del componente arbóreo, dinámica de las especies y cambios en los diferentes parámetros ecológicos; las dimensiones varían según el tipo de bosque y los objetivos a perseguir, siendo desde 25 m² a 100 m², que dependerá de la topografía del área y del criterio del investigador.

Según De Rutté y Reynel (2016) el establecimiento de las parcelas permanentes permite:

- Describir a detalle el hábitat dentro de un sitio específico, brindando información útil para predecir los cambios futuros a partir de la distribución actual de las especies.
- Revelar cambios espaciales y temporales de la vegetación.
- Proporcionar criterios para plantear áreas prioritarias de conservación, y diseñar investigaciones encaminadas a su protección o recuperación.
- Monitorear características como la composición, estructura, crecimiento, mortalidad y la supervivencia de las especies.

En el Perú, estudios de evaluación permanente de los árboles en parcelas de una hectárea se iniciaron a finales de los 80 e inicios de los 90 en el marco del Programa del Hombre y la Biósfera de la Institución Smithsonian (Marcelo-Peña & Reynel-Rodríguez, 2014) desde

entonces se han utilizado diferentes metodologías para la instalación y recolección de datos, dificultando la comparación entre los resultados, no obstante se desencadenó una corriente para la búsqueda de la estandarización de metodologías que dio origen a Protocolos como RAINFOR (2009) para bosques tropicales y posteriormente, de manera más exclusiva, para bosques secos el protocolo DRYFLOR (2020).

ForestPolts (s.f) indica que actualmente hay alrededor de 7044 parcelas permanentes de monitoreo alrededor del mundo, de las cuales tres se establecieron en la cuenca del valle del Marañón en el año 2013 gracias a la colaboración del Dr. José Luis Marcelo Peña y la Universidad de Edimburgo, posteriormente en el año 2018, con el esfuerzo reunido con otros colaboradores, se remidieron e instalaron dos parcelas más, finalmente se realizaron las remediciones en el año 2021, con la finalidad de determinar los cambios en la estructura y dinámica del BES.

2.2.3. Diversidad Biológica

La biodiversidad comprende la variedad de seres vivos presentes en cada superficie del planeta, como consecuencia de millones de años de evolución que sirvieron para que las diferentes formas de vida se adapten al entorno donde cumplen un ciclo biológico.

La diversidad se divide en tres niveles: el nivel ecológico que se refiere a la variedad de ecosistemas, hábitats y poblaciones, el nivel taxonómico que define la variedad de especies, y por último el nivel genético que comprende la variedad de información genética de una especie y de su comunidad (Sonco, 2013). Debido que la diversidad se encuentra representada por un sinfín de formas de vida, desde su información genética hasta la relación poblacional entre cada especie, existen muchas formas para medir la diversidad; sin embargo, usualmente se calcula a

nivel taxonómico, es decir mediante la cuantificación de especies, donde se identifican tres tipos: diversidad alfa, beta y gamma.

Se define a la diversidad alfa como el número de especies a nivel local (el promedio del número de especies en las diferentes localidades), la diversidad gamma como el número total de especies en la región, y la diversidad beta como la razón entre la diversidad gamma (regional) y la diversidad alfa (local) e informa sobre el grado de diferenciación entre las comunidades biológicas de los lugares que hay en la región (Balsega & Gómez-Rodríguez, 2019).

Moreno (2001) señala que existen muchas maneras de medir la diversidad dentro de una comunidad (diversidad alfa), sin embargo, se pueden diferenciar dos grandes grupos: Los métodos que miden el número de especies presentes expresado como la riqueza específica y los métodos basados en la estructura de la comunidad expresados en la distribución proporcional del índice de importancia de cada especie, este último permite tomar decisiones o formular recomendaciones para la conservación o monitoreo de áreas perturbadas.

Para medir la riqueza específica es ideal realizar un inventario completo de la comunidad, siendo los índices más comunes son el índice de Margalef (1958), Índice de diversidad de Menhinick y el Índice de diversidad alfa Fisher.

2.2.4. Composición florística

Para medir este parámetro se identifica el número de especies, géneros y familias, especies endémicas y raras, riqueza por hábitos de crecimiento (Marcelo-Peña et al., 2007).

2.2.5. Estructura del bosque

La estructura de las comunidades puede entenderse como la organización espacial de los individuos en una superficie de bosque, que es sometido al orden natural y característico en cada

ecosistema, se puede reconocer muchas maneras de estudiar la estructura sin embargo se dividen en dos grandes grupos, la estructura horizontal y la estructura vertical.

Para evaluar la estructura horizontal de una comunidad se utilizan índices que expresan la ocurrencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia de acuerdo a la fórmula de Mori et al. (1983) y Curtis & McIntosh (1951) (Salas & Melo, 2000).

Por otro lado, la estructura vertical se basa en la estratificación del bosque en diagramas de perfil, esta dependerá de las condiciones climáticas y edáficas particulares de cada individuo, generalmente se estudia en base a tres tendencias: una tendencia de tipo dinámico o de crecimiento y declive del bosque, una tendencia de tipo funcional en la que se identifican los individuos por la iluminación de su copa y la significancia de su existencia sobre otros individuos, y una tendencia de tipo estructural donde se agrupan a los individuos en diferentes estratos o pisos considerando la altura, diámetro o masa foliar (Melo & Vargas, 2002).

De manera general, al analizar la estructura de una comunidad forestal, se calcula la distribución de clases diamétricas; este parámetro es el resultado de la agrupación de los individuos dentro de ciertos intervalos de diámetros (Melo & Vargas, 2002), siendo un ecosistema saludable cuando la cantidad de individuos en el grupo de diámetros menores es más alta y va disminuyendo conforme el diámetro aumenta, usualmente representada en un histograma en forma de J invertida, sin embargo, cada ecosistema muestra comportamientos diferentes y puede presentarse en L o forma de campana.

2.2.6. Dinámica del bosque

El estudio de la dinámica vegetal se concentra en los cambios de las poblaciones, especies o comunidades de plantas en el tiempo. Todo ello es expresión de la evolución en el tiempo y el espacio, de la composición de los ecosistemas, bajo la influencia de factores y parámetros naturales o antrópicos (Asquith, 2002). En este sentido la dinámica de un ecosistema está conformada por el conjunto de procesos como el reclutamiento, la mortalidad y el crecimiento.

La mortalidad, es entendida como la muerte de los árboles por diversas causas. Una función de la mortalidad permite predecir el número de árboles sobrevivientes después de cierto período de tiempo. Los parámetros más utilizados en estas funciones, han sido la edad y el número de árboles (Aguilar & Reynel, 2009).

El reclutamiento, cuantifica la capacidad que tiene un rodal de incrementar el número de individuos (Aguilar y Reynel, 2009); es una manifestación de la fecundidad de las especies, del crecimiento y sobrevivencia de los juveniles, constituyendo uno de los aspectos dinámicos más importantes de una población. Para determinar el reclutamiento se considera el número de árboles que alcanzaron el DAP mínimo.

La tasa de crecimiento, se define al crecimiento de un árbol como el aumento de tamaño en un periodo de tiempo. Se puede expresar en términos de diámetro, altura, área basal o volumen. El crecimiento de los árboles se ve afectado por muchas variables, desde las genéticas hasta las de competencia (Quesada & Castillo, 2010).

2.3. Definición de términos básicos

Ecología: es la ciencia que estudia a los seres vivos y las interacciones entre los mismos organismos y los organismos y su ambiente, esencialmente en términos de distribución y

abundancia afectadas por estas interacciones. La ecología es por lo tanto «la biología de los ecosistemas» (Margalef, 1998).

Región Neotropical: la región neotropical se extiende latitudinalmente desde el sur de México y Florida, hasta el sur de Brasil y la provincia de Misiones en Argentina, e incluye islas del Mar Caribe y las Guayanas, el límite latitudinal de los bosques neotropicales no lo fija el límite astronómico del trópico sino más bien la intensidad de la estación fría y la cantidad de precipitación (Hartshorn, 2002).

Especie endémica: especie endémica es toda especie cuyo rango de distribución natural está limitado a una zona geográfica en particular. A diferencia de las especies nativas, al referirnos a las especies endémicas, estas solo están distribuidas dentro de un único país o territorio. Para entender el origen de los endemismos hay que considerar una escala de tiempo evolutivo y comprender los grados de aislamiento ecológico, así como otros y complejos factores ambientales. También es necesario definir la escala geográfica y la política (PROFEPA, 2020).

Homogeneidad y heterogeneidad: mediante la frecuencia se puede calcular el grado de homogeneidad de un bosque, que es un índice fitosociológico creado para conocer la regularidad de la distribución horizontal de cada especie sobre el terreno o su dispersión media en una asociación vegetal. Cuando el 80 % o más de los árboles que forma el bosque pertenecen a una misma especie, se trata de un bosque homogéneo, cuando está formado por varias especies forestales es heterogéneo (Padilla et al., 2017).

Población disetáneas: es un conjunto de individuos que difieren en edad, y como resultado las clases diamétricas se encuentran con diferentes abundancias

Cambio climático: el cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos cambios pueden ser naturales, por ejemplo, a través

de las variaciones del ciclo solar. Pero desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas (ONU, 2020).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

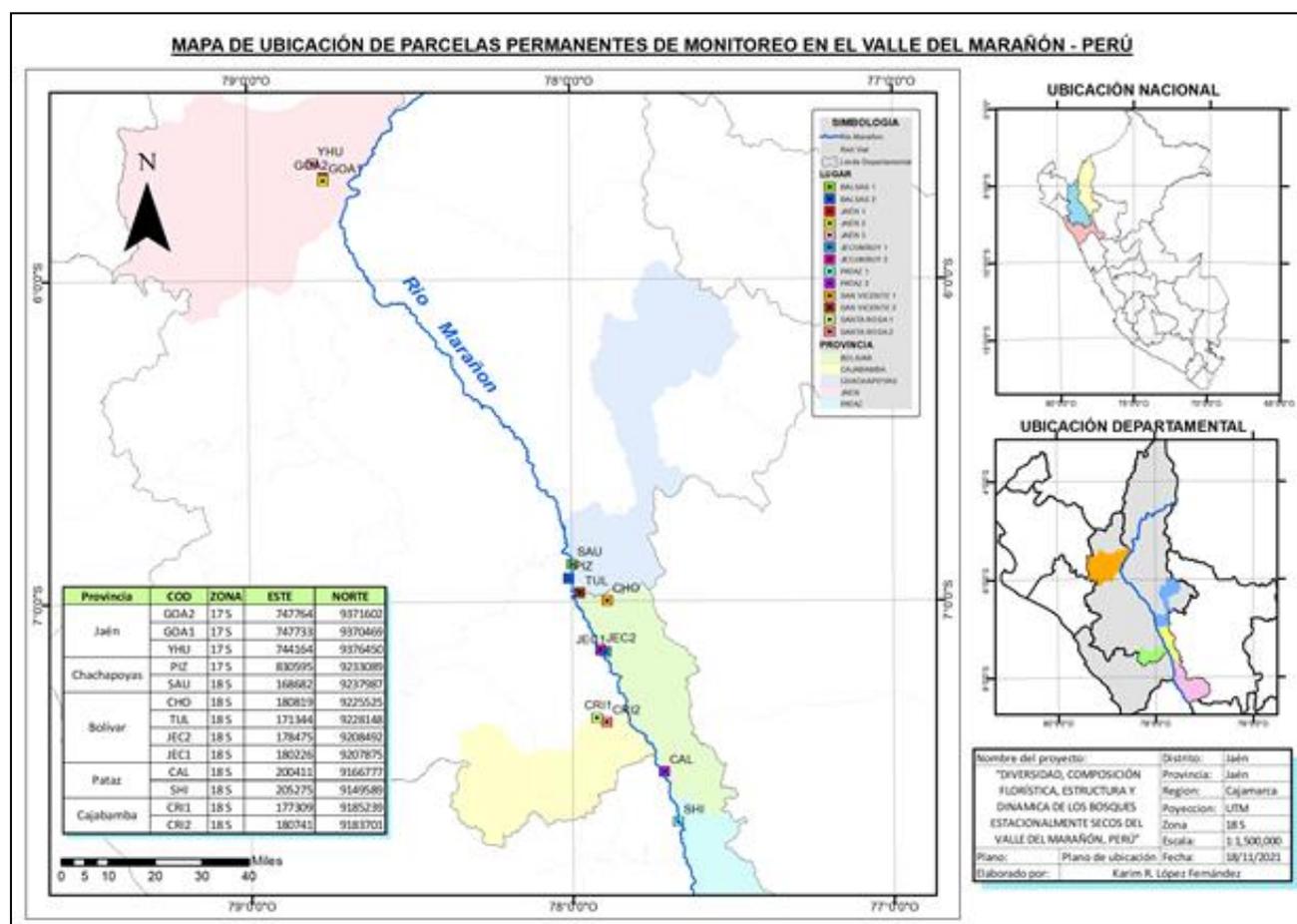
3.1. Ubicación de la investigación

3.1.1. Ubicación

Esta investigación se desarrolló en fragmentos de BES de cinco localidades ubicadas en el Valle del Río Marañón comprendido en los departamentos de Amazonas, Cajamarca y La Libertad. A continuación, se muestra en la Figura 2, los detalles en la Tabla 1.

Figura 2

Mapa de ubicación de las parcelas



3.1.2. Descripción de la zona de estudio

Los fragmentos de BES del valle del Marañón están influenciados por condiciones climáticas peculiares, donde en la época lluviosa recibe más del 80 % de la precipitación anual en solo cinco meses (Trejo & Dirzo, 2002) con un promedio de 100 milímetros al mes, mientras que en la época seca la precipitación mensual apenas bordea los 10 milímetros, y su temperatura media anual oscila entre 17 a 25 °C, estas características han propiciado la evolución del ciclo fenológico, provocando en la mayoría de especies la defoliación y a la vez la floración en las épocas más secas (Maass & Burgos, 2011) mientras que en la época lluviosa las plantas renuevan su follaje recibiendo un aspecto similar al de una selva lluviosa siempre verde (Ulloa-Delgado, 2016).

El BES del Marañón cubre diferentes pisos altitudinales según su distancia desde la línea ecuatorial, al norte del valle se despliegan desde los 400 metros hasta los 1500 metros de altitud, en la zona media se forman desde las cuencas del valle a unos 800 metros alcanzando los 2000 metros, y similarmente en la zona sur cubre altitudes entre los 1500 y 2500 metros de altitud (González et al., 2020).

Desde los 9° 30' L.S. hacia el norte; el piso inferior es seco debido a las bajas precipitaciones por el encajonamiento del valle, pues las cadenas de montañas no permiten el paso de las nubes y de precipitaciones abundantes (Roncal et al., 2010), a los márgenes del río Marañón el clima es semiseco y templado con humedad en todas las estaciones del año (Senamhi, 2021), los bosques del valle constituyen una “isla” de ecosistemas secos divididos por barreras biogeográficas (Angulo et al., 2008), un sistema pronunciado de vientos es responsable de la aridez de los valles, el aire al calentarse en el transcurso del día sopla valle abajo, este

efecto a su vez se intensifica porque el calentamiento del Altiplano y de la Puna es mayor que el de los bosques montanos y entonces resulta un fuerte efecto de sequedad (Borsdorf et al., 2012).

El 33 % de las plantas, cactus y flores que se encuentran en los BES del Marañón no existen en otro lugar del mundo, y especies como *Armatocereus rauhii* (Lo, 2018), *C. iguaguana*, *B. altissima* (Marcelo-Peña et al., 2007) *B. pilleifera*, *E. mirabilis* y *E. blossfeldiorum* (Marcelo-Peña et al., 2013) son endémicas y se encuentran amenazadas. Además, se han registrado 54 especies de reptiles, 14 de anfibios y la mitad de ellas solo pueden ser vistas en el Marañón, además, 22 especies y 11 subespecies de aves endémicas, tanta es su importancia, que ha sido catalogada por ornitólogos internacionales como un Área de Endemismo para Aves o EBA (*Endemic Bird Area*).

Las pendientes (mayores a 30 %), los fuertes vientos y la acumulación de sedimentos de roca arenisca y calcárea, esta última determinando las características generalmente fértiles de estas áreas (Linares-Palomino, 2006), provocan que las plantas concentren su energía en el crecimiento radicular para mantenerse fijadas al suelo limitando el crecimiento foliar en altura y densidad, así el dosel arbóreo puede alcanzar una máxima de apenas 20 metros de alto (Aguirre et al., 2006). La vertiente del río Marañón es considerado una de las fuentes hídricas más importantes del país y la “Arteria Energética del Perú”, siendo propicio para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos y de irrigación a lo largo de su recorrido (Ordoñez, 2017) todo esto en conjunto con la migración agrícola, la expansión demográfica y el cambio climático hace que este ecosistema demande de una alta prioridad de conservación (Angulo et al., 2008).

Tabla 1*Ubicación, codificación y estado de las parcelas permanentes de monitoreo*

N°	Localidad	Ubicación	Código	Estado
1	Alrededores del distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca	UTM 17 S 747733 9370469 736 m s.n.m.	GOA1	Remediación Mayo-2021
		UTM 17 S 747764 9371602 760 m s.n.m.	GOA2	Remediación Mayo-2021
		UTM 17 S 744164 9376450 1000 m s.n.m.	YHU	Remediación Mayo-2021
2	Alrededores del Centro poblado San Vicente de Paul, distrito de Longotea, provincia de Bolívar, Departamento de La Libertad.	UTM 18 S 180819 9225525 2000 m s.n.m.	CHO	Remediación Diciembre-2021
		UTM 18 S 171344 9228148 1100 m s.n.m.	TUL	Remediación Diciembre-2021
3	Alrededores del distrito Balsas, provincia Chachapoyas, Departamento Amazonas.	UTM: 18 S 168682 9237987 969 m s.n.m.	SAU	Instalación Junio-2021
		UTM: 17 S 830595 9233089 960 m s.n.m.	PIZ	Instalación Junio-2021
4	Alrededores del centro poblado Santa Rosa del Crisnejas, provincia Cajabamba, Departamento Cajamarca.	UTM: 18 S 177309 9185239 1600 m s.n.m.	CRI1	Instalación Agosto-2021
		UTM: 18 S 180741 9183701 1380 m s.n.m.	CRI2	Instalación Agosto-2021
5	Alrededores del centro poblado Jecumbuy, distrito de Uchuncha, provincia de Bolívar, Departamento La Libertad.	UTM: 18 S 180226 9207875	JEC1	Instalación Septiembre-2021
		UTM: 18 S 178475 9208492	JEC2	Instalación Septiembre.2021
6	Alrededores del centro poblado Sicún , distrito Pataz, provincia Pataz, Departamento La Libertad.	UTM: 18 S 200411 9166777 1350 m s.n.m.	CAL	Instalación Octubre-2021
		UTM: 18 S 205275 9149589 1330 m s.n.m.	SHI	Instalación Octubre-2021

3.2. Materiales, equipos y herramientas

Materiales de estudio: Trece parcelas permanentes de monitoreo en la gradiente geográfica de valle del Marañón.

Materiales de campo: Pintura en aerosol, placas de metal, clavos, martillos, cinta diamétrica, cinta métrica, paja rafia, tubos de $\frac{3}{4}$ de ancho por 75 cm de largo, plumón indeleble, alcohol, papel periódico, bolsa de urea, lápiz, formatos de inventario y libreta de campo.

Materiales de gabinete: Papel bond, lapicero y cuaderno de apuntes.

Equipos de campo: Receptor GPS, cámara fotográfica, brújula, forcípula, vara graduada de 2.5 metros, prensas botánicas, tijera de podar y machete.

Equipos de gabinete: Laptop, impresora y calculadora científica.

Software: Microsoft Office, ArcGis, SASplanet, Past.

3.3. Metodología

3.3.1. Trabajo de campo

a. Delimitación del área de estudio

Las parcelas se ubicaron de manera aleatoria siguiendo un azimut conveniente a la pendiente y la accesibilidad del bosque, se instalaron parcelas de 0.5 hectáreas, incluyendo cuatro localidades: Balsas, Santa Rosa del Crisnejas, Jecumbuy y Pataz.

La instalación y medición se realizó siguiendo el Protocolo para el establecimiento y remediación de parcelas permanentes de monitoreo para bosques secos “DRYFLOR” 2020 con dimensiones de 0.5 hectáreas por PPM, ocho parcelas cubriendo un área total de cuatro hectáreas de BES.

El estudio de dinámica se realizó en cinco parcelas de evaluación permanente de 0.5 ha instaladas en el año 2013 y 2018, ubicadas en Jaén, el sector “Gotas de agua” y en el sector “Uña de gato”, y en los alrededores de San Vicente de Paúl, en los sectores “Chomal” y “Tulpa”.

b. Instalación parcelas permanentes de monitoreo

Todos los individuos dentro de la parcela con un DAP mayor a 5 cm fueron marcados y placados, posteriormente se midió el DAP con una cinta diamétrica y se registraron otras características (Tabla 2): ubicación del individuo (eje X, eje Y), especie, altura total (h), altura de tallo (h tallo), iluminación de la copa (IL), condición del árbol (CA), infestación de lianas (IF) y condición de lianas (CL).

Tabla 2

Formato de campo para inventario forestal en parcela nueva

Inventario forestal												
Parcela permanente _____												
Código	Especie	X	Y	D 2021	Extra D	h	h tallo	IC	CA	IL	CL	Notas

En la Tabla 2, se muestra: Código: número de individuo, especie: Especie taxonómica del individuo, x, y: coordenadas de los individuos, D2021: DAP del individuo en el año 2021 (mm), ExtraD: DAP adicional del individuo, CA: Condición del árbol vivo, IC: Iluminación de copa, CF: Formación de copa, IL: Infestación de lianas, CL: Condición de liana, h: Altura total del individuo, Notas: Observaciones en el inventario.

c. Remedición de parcelas permanentes de monitoreo

En los años 2013 y 2018 fueron instaladas cinco parcelas permanentes de 0.5 hectáreas, que fueron remedidas en el marco de este proyecto, con un área total de 2.5 ha. Los datos de los censos anteriores se obtuvieron de FlorestPlot (<https://forestplots.net/es/mapa>), con la autorización de uso de metadatos del Líder de Campo, según como se observa en el Anexo 11.

Las remediciones se realizaron siguiendo el protocolo DRYFLOR. El levantamiento de datos de campo se realizó en formatos (Tabla 2) agregando la información dasométrica de todos

los individuos registrados en años anteriores, de este modo, mediante el código se ubicó y registró el nuevo DAP, además, se dispuso de un formato vacío para registrar los individuos nuevos que superaban los 5 cm de DAP a la fecha, a los que se denominaron RECLUTAS, estos individuos también se marcaron y placaron.

En los cactus con espinas grandes (por ejemplo, *Browningia pilleifera* y *Armatocereus rauhii*) fue necesario retirar todas las espinas para realizar una medición más exacta del diámetro. No obstante, para medir los tallos de *Espostoa blossfeldiorum* y *Espostoa mirabilis* se utilizó vernier o pie de rey, estas especies presentaron gran cantidad de ramificaciones que se extendían desde la base del suelo, en algunos casos llegaron hasta 60 ramificaciones, además, los tallos de ambas especies, presentan alta densidad de espinas en las costillas.

En este escenario, las ramas más externas pueden medirse sin dificultad, pero en las ramas internas, es bastante complicado (si se intenta ingresar, podría generar un serio accidente para el equipo de trabajo de campo). De las observaciones se notó que los tallos de ambas especies, tienen diámetros \pm homogéneos, por este motivo se procedió a medir 10 ramas y se hizo el conteo del total de tallos (Figura 3), luego se realizó el cálculo de promedio de los diámetros y se sumó ese valor a todos los tallos.

Figura 3

Hábito de crecimiento de individuos de Espostoa mirabilis



En la Figura 3, se observa A. Individuo de *E. mirabilis* con más de 20 tallos (izquierda). B. Note si es posible hacer las mediciones en las ramas interiores o hacer la medición de las ramas interiores cuando las pendientes son extremadamente fuertes ($+ 45^\circ$) (derecha).

3.3.2. Trabajo de gabinete

a. Ordenamiento de la información

Los datos recolectados en campo fueron introducidos en hojas de cálculo del *Software Excel* para cada parcela de monitoreo, posteriormente se organizaron según lo indicado en el protocolo DRYFLOR.

Los datos se revisaron de manera detallada en búsqueda de errores como “DAP menor en 2021”, “doble placa” o “falta de datos”, que pudiesen afectar los cálculos posteriores, y se ordenaron todas las bases de datos para facilitar la comparación entre parcelas y sub parcelas, así como la comparación entre especies y familias.

Tabla 3

Formato para la digitalización de datos según protocolo DRYFLOR

Tag No	Stem	T1	X	Y	Family	Especie	DAP	POM 1300	ExtraD	EXTRAP OM 300	F1	F2	F3	F4	F5	IC	CF	IL	CL	h	Notas	

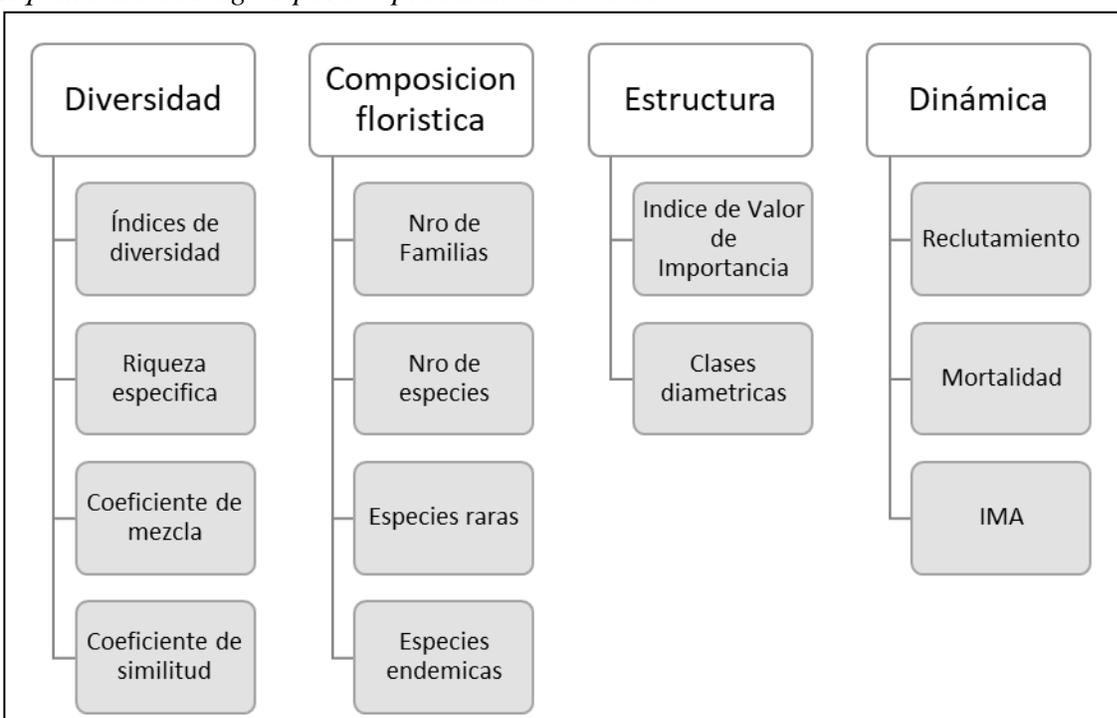
En la Tabla 3, se muestra Tag N°=número de individuo, Stem= Código de árbol, T1= Numero de subparcela, x, y= coordenadas de los individuos, Family= Familia taxonómica del individuo, Especie= Especie taxonómica del individuo, D2021= DAP del individuos en el año 2021 (mm), POM1300= Altura de medición del DAP (mm), ExtraD= DAP adicional del individuo, EXTRAPOM300= Altura de medición de ExtraD, F1= Condición del árbol vivo, F2= Condición del árbol muerto, F3= Técnica de medición, F4= Manejo de datos posterior al campo, F5= Técnica de medición de altura, IC= Iluminación de copa, CF= Formación de copa, IL= Infestación de lianas, CL= Condición de liana, h= Altura, Notas= Observaciones en el censo.

b. Análisis de datos

La información fue procesada y se agrupó en tres clases de parámetros: los vinculados a la diversidad alfa, los vinculados a la composición florística y los vinculados a la estructura del bosque. Estos tres grupos de parámetros están fuertemente relacionados, y es su análisis conjunto el que permite caracterizar el bosque (DeRutté & Reynel, 2016) (Figura 4).

Figura 4

Esquema metodológico para el procesamiento de datos



Adaptado de DeRutté & Reynel, 2016

Se utilizó el *software Excel* para realizar los cálculos de frecuencia, abundancia, y dominancia (índice de valor de importancia por especie) (Curtis & McIntosh, 1951), y el *software Past* para calcular los índices de diversidad y la similaridad con el coeficiente de Bray-Curtis.

Los datos de cinco parcelas remedidas se utilizaron para el cálculo de los parámetros de dinámica del bosque como mortalidad (m) aplicando el modelo de crecimiento exponencial en tiempo continuo, y reclutamiento (r) con una función exponencial de incremento poblacional

(Nebel et al., 2016), para todos los individuos mayores a 5 cm de DAP en los periodos del 2013-2021, así como también el incremento medio anual (IMA) en cm para todos los individuos con datos preliminares.

Se ingresaron las coordenadas de cada localidad a la interfase web *Giovanni* (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>) para descargar datos de precipitación tomado por el satélite TRMM en dos periodos, enero-2013 al diciembre-2015 y enero-2016 al diciembre-2019, promediados en área (Anexo 7). Estos datos permitieron la comparación entre las parcelas mediante los rangos de precipitación en los periodos evaluados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Diversidad y composición florística en los BES del Valle del Marañón

4.1.1.1. Composición Florística

En total se identificaron 71 especies, 57 géneros y 29 familias (Anexo 1), la parcela GOA2 presentó 23 especies, seguido de las parcelas YHU y GOA1 con 22 especies respectivamente, siendo las parcelas con mayor cantidad de especies. Por otro lado, la parcela CRI1 y CRI2 presentan la menor cantidad de especies con 5 y 3 respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4

Individuos y especies presentes en cada PPM del BES del Marañón

Nº	Parcelas	Nº especies	%sp	Latitud	Longitud	Altitud	Pendiente
1	GOA1	22	31	5° 41' 19.5" S	78° 45' 47.9" W	736	1
2	GOA2	23	32	5° 40' 42.7" S	78° 45' 47.0" W	760	1
3	YHU	21	31	5° 38' 5.4" S	78° 47' 44.5" W	1000	1
4	CHO	15	21	6° 59' 41.6" S	77° 53' 18.8" W	2000	1
5	TUL	10	14	6° 58' 14.4" S	77° 58' 26.7" W	1100	3
6	SAU	8	11	6° 52' 54.0" S	77° 59' 51.3" W	960	3
7	PIZ	10	14	6° 55' 33.4" S	78° 0' 31.1" W	969	2
8	CRI1	5	7	7° 21' 30.6" S	77° 55' 21.4" W	1600	2
9	CRI2	3	4	7° 22' 21.3" S	77° 53' 30" W	1380	2
10	JEC1	11	15	7° 9' 15.3" S	77° 53' 41.7" W	1115	3
11	JEC2	7	10	7° 8' 55" S	77° 54' 38.6" W	1050	3
12	SHI	7	10	7° 31' 35.6" S	77° 42' 52.5" W	1330	3
13	CAL	6	8	7° 40' 55.5" S	77° 40' 17.4" W	1350	2
	Total	71					

En la Tabla 4, se muestra la cantidad de especies en porcentaje en relación de cada parcela.

Pendiente (1): 0-25 %, (2): 26-50 %, (3): 51-75 %, (4): 76-100 %

El 20 % de las especies encontradas en las 13 parcelas del BES del valle del Marañón corresponden a la familia Fabaceae (10 géneros y 14 especies), seguido de la familia Cactaceae con 11 % (5 géneros y 8 especies) y Malvaceae con 7 % (3 géneros y 5 especies) (Anexo 1). Asimismo, se registraron 16 familias monoespecíficas, entre ellas, Achatocarpaceae, Annonaceae, Burseraceae, Bombacaceae, Celastraceae, Clusiaceae, Escalloniaceae, Erythroxylaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Meliaceae, Myrtaceae, Nyctaginaceae, Primulaceae, Rhamnaceae y Salicaceae (Tabla 5).

Tabla 5

Lista de familias y número de especies registradas en las PPM del BES del Marañón

FAMILIA	N° DE ESPECIES	FAMILIA	N° DE ESPECIES
Achatocarpaceae	1	Lythraceae	1
Annonaceae	1	Malpighiaceae	1
Apocynaceae	2	Malvaceae	5
Bignoniaceae	3	Meliaceae	1
Bombacaceae	1	Myrtaceae	1
Boraginaceae	3	Nyctaginaceae	1
Burseraceae	1	Polygonaceae	4
Cactaceae	8	Primulaceae	1
Capparaceae	4	Rhamnaceae	1
Celastraceae	1	Rutaceae	3
Clusiaceae	1	Salicaceae	1
Erythroxylaceae	1	Sapindaceae	3
Escalloniaceae	1	Sapotaceae	1
Euphorbiaceae	3	Verbenaceae	2
Fabaceae	14		

4.1.1.2. Índices de diversidad, equidad y dominancia

La riqueza de especies mediante el índice de Menhinick muestra el valor más alto para la parcela PIZ (1.15) seguido de GOA1(0.99) y GOA2(0.95), por lo contrario, CRI1 (0.38) y CRI2 (0.29) forman parte de los fragmentos con menor cantidad de especies presentes. El índice de dominancia de Simpson (1-D) fluctúa de 0.26 a 0.86, donde la parcela GOA1 presenta el valor más alto que hace referencia a una distribución equitativa entre la cantidad de especies y la cantidad de individuos, por el contrario, el valor más bajo se presenta la parcela CHO siendo unas cuantas, las especies más dominantes (Tabla 6).

Tabla 6

Índices de diversidad en las PPM del BES del Marañón

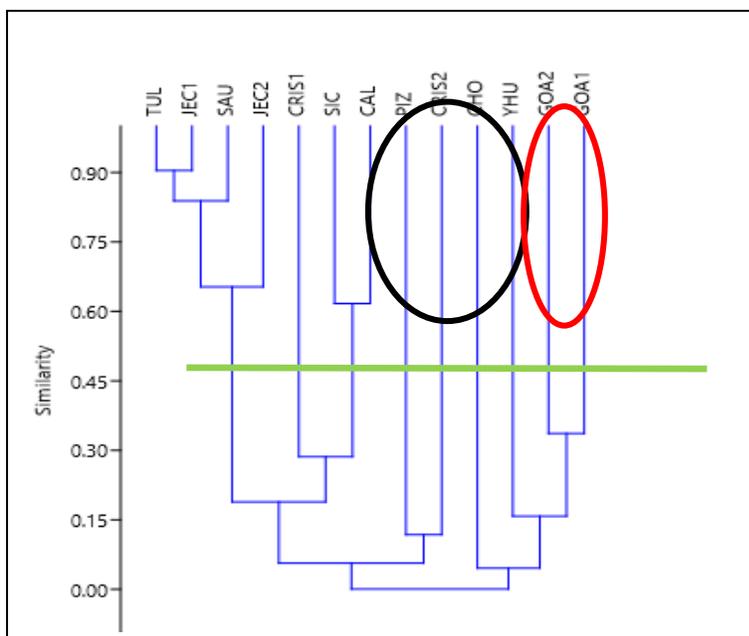
<i>Parcela</i>	<i>Especies</i>	<i>Individuos</i>	<i>Menhinick</i>	<i>Margalef</i>	<i>Simpson_1-D</i>	<i>Shannon_H</i>	<i>Fisher_alpha</i>
GOA1	22	493	0.99	3.39	0.86	2.36	4.72
GOA2	23	590	0.95	3.45	0.68	1.77	4.77
YHU	22	860	0.75	3.11	0.41	1.15	4.11
CHO	15	1293	0.42	1.95	0.26	0.68	2.38
TUL	10	433	0.48	1.48	0.50	1.12	1.83
PIZ	10	76	1.15	2.08	0.74	1.68	3.08
SAU	8	307	0.46	1.22	0.38	0.81	1.50
CRI1	5	169	0.38	0.78	0.35	0.76	0.97
CRI2	3	109	0.29	0.43	0.42	0.69	0.57
JEC1	11	375	0.57	1.69	0.37	0.85	2.12
JEC2	7	210	0.48	1.12	0.48	1.00	1.39
SHI	7	68	0.85	1.42	0.69	1.44	1.96
CAL	6	96	0.61	1.10	0.76	1.52	1.42

Los valores del índice Shannon- Wiener (H') varían de 0.68 a 2.36, donde los valores más bajos se calcularon para las parcelas CHO (0.68) y CRI2 (0.69), y el valor más alto se registró en la parcela GOA1 (2.36). Por otro lado, en el índice de diversidad Alfa-Fisher, se encontró a GOA2 (4.77) como la parcela más diversa, seguida de GOA1 (4.72) y YHU (4.11). Asimismo, se encontraron los valores más bajos de diversidad para la parcela CRI1 (0.97) y CRI2 (0.57) (Tabla 6).

La beta diversidad representada por un dendrograma de similitud-disimilitud (Bray-Curtis) indica dos grupos bien diferenciados que muestran alta similitud, por un lado, las parcelas TUL, JEC1, SAU y JEC2 y, por otro lado, SIC y CAL; estas parcelas son semejantes en la medida que comparten tres especies: *Armatocereus rauhii*, *Browningia pilleifera* y *Parkinsonia praecox*, con la presencia de *Eriotheca discolor* en el primer grupo. Además, se encuentran las parcelas YHU, CHO y PIZ con la similitud más distante en todo el BES debido que ninguna especie es común entre estas parcelas (Figura 5).

Figura 5

Dendrograma de similitud-disimilitud (Bray-Curtis) para las PPM

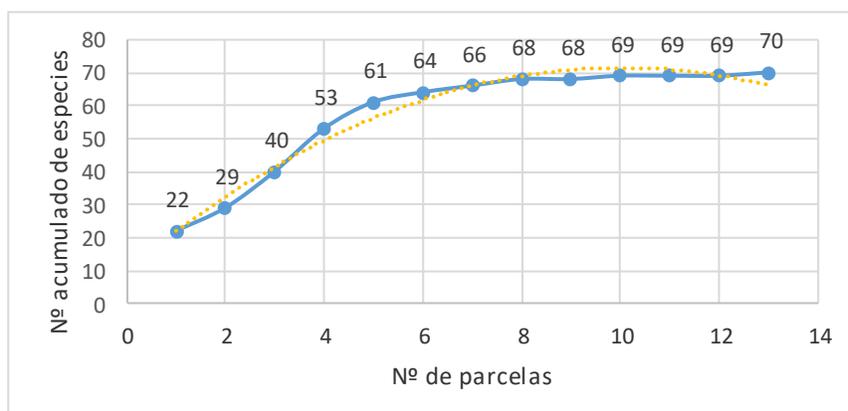


Curva de acumulación de especies

La relación especie-área en todas las parcelas permanentes del BES, la tasa inicial de acumulación de especies va aumentando conforme aumenta el número de parcelas, sin embargo, desde de la parcela 8, las especies se mantienen en aumento +1 por cada 0.5 hectárea, esto quiere decir que la cantidad de parcelas es significativa para demostrar la representatividad de especies del BES (Figura 6).

Figura 6

Curva de especie - área para las PPM del BES del Marañón



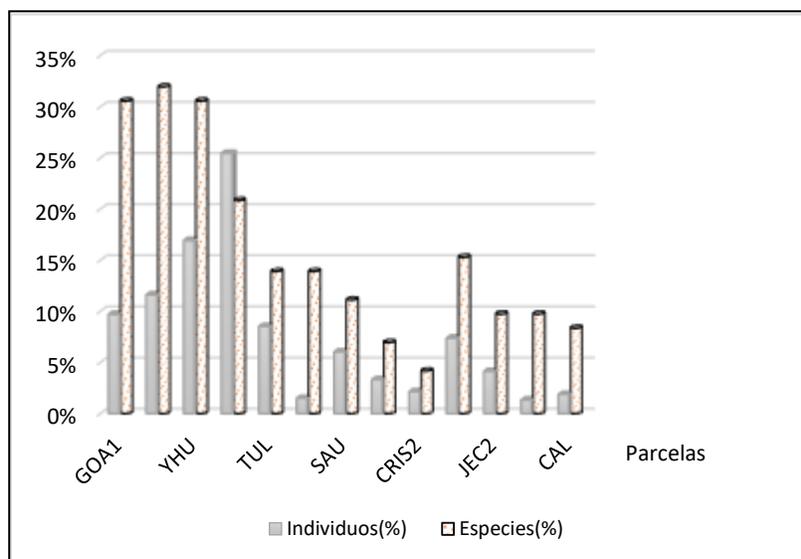
4.1.2. Estructura en los BES del Valle del Marañón.

4.1.2.1. Abundancia

Se registraron un total de 5079 individuos en las 13 parcelas muestreadas (6.5 ha), la parcela con mayor cantidad de individuos fue CHO ubicada a 2000 m s.n.m. representada con el 25 % de los individuos totales (1293 individuos), seguida de las parcelas YHU (860 individuos) y GOA2 (590 individuos). Por otro lado, las parcelas con menor cantidad de individuos son PIZ, SHI y CAL con 76, 68 y 96 individuos respectivamente (Figura 7).

Figura 7

Individuos y especies de las PPM del BES del Marañón



En la Figura 7 se muestra la proporción de individuos (5079 individuos totales) y especies (71 especies totales) por PPM en el BES evaluado.

Las especies más abundantes registradas en el BES del valle del Marañón fueron *Lafoensia acuminata* y *Browningia pilleifera* con 1109 y 1050 individuos respectivamente. Por los escasos registros, *Acacia riparia*, *Achatocarpus pubescens*, *Allophylus* sp., *Cordia lutea*, *Condalia* sp., *Escallonia paniculata*, *Ruprechtia albida*, *Lippia* sp., *Senegalia* sp. son consideradas especies raras (Anexo 4).

Las especies con mayor abundancia considerando cada parcela evaluada fueron *Aspidosperma polyneuron* (30 %) en GOA1, *Cordia iguaguana* (54 %) en GOA2, *Esenbeckia cornuta* (76 %) en YHU, *Lafoensia acuminata* (86 %) en CHO, *Browningia pilleifera* (68 %) en TUL, *Jatropha weberbaueri* (42 %) en PIZ, *Browningia pilleifera* (78 %) en SAU, *Eriotheca* sp (80 %) en CRI1, *Parkinsonia praecox* (72 %) en CRI2, *Browningia pilleifera* (78 %) en JEC1,

Browningia pilleifera (70 %) en JEC2, *Browningia pilleifera* (49 %) en SHI, y por último *Browningia pilleifera* (33 %) en CAL (Anexo 3).

Los géneros más abundantes fueron *Lafoensia* (1109 individuos), *Browningia* (1055 individuos) y *Esenbeckia* (655 individuos). Por otro lado, los géneros menos abundantes fueron *Achatocarpus*, *Condalia*, *Allophylus*, *Escallonia*, *Pereskia*, *Pseudobombax*, *Sapindacea* y *Senegalia* representadas con solo un ejemplar por cada género. Se encontraron 4 familias representadas por un solo individuo: Achatocarpaceae, Bombacaceae, Escalloniaceae y Rhamnaceae.

También se observó que la familia Cactaceae (24.8 %) fue la más abundante con 1260 individuos distribuidos en 12 de las 13 parcelas muestreadas, seguido de la familia Lythraceae que registró 1109 individuos ubicados únicamente en la parcela CHO (Anexo 4).

4.1.2.2. Frecuencia

Las especies que se encuentran con mayor frecuencia en el BES, son *Browningia pilleifera*, *Armatocereus rauhii* y *Parkinsonia praecox* presentes en ocho de las 13 parcelas muestreadas, con menor distribución se registró *Eriotheca discolor*, *Clusia* sp., *Jatropha weberbaueri*, *Cordia saccellia*, *Acacia aroma*, *Ceiba insignis* y *Guapira* sp. (Anexo 5).

4.1.2.3. Dominancia

Las especies con mayor área basal son *Browningia pilleifera*, *Lafoensia acuminata* y *Eriotheca discolor* con 15.98 m², 6.56 m² y 5.68 m² respectivamente, seguida de *Eriotheca* sp, *Esenbeckia cornuta*, *Ceiba insignis*, *Armatocereus rauhii*, *Aspidosperma polyneuron*, *Guapira* sp. y *Parkinsonia praecox* (Anexo 5).

4.1.2.4. Índice de valor de importancia (IVI)

Las cinco especies que tienen mayor IVI considerando su abundancia, dominancia y frecuencia, fueron *Browningia pilleifera* (17.4 %), *Lafoensia acuminata* (11.1 %), *Esenbeckia cornuta* (7.1 %), *Eriotheca discolor* (5.4 %) y *Eriotheca sp.* (4.4 %) (Anexo 5).

En la Tabla 7 se muestra el IVIF, entre las familias que destacan se encuentra Cactaceae con 23 %, seguida de Malvaceae con 15 % y Lythraceae con 11 % de valor de importancia.

Tabla 7

Índice de valor de importancia de las familias

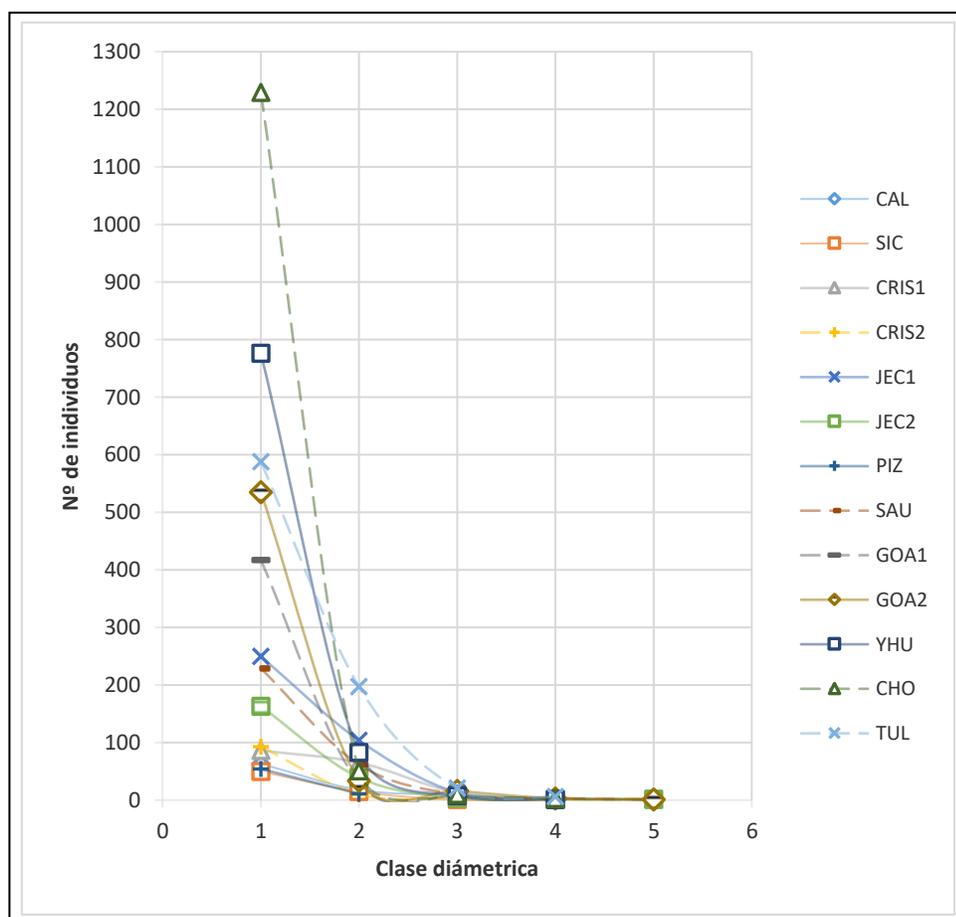
FAMILIA	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	IVIF
Cactaceae	1259	0.25	12	0.13	18.72	0.30	23 %
Malvaceae	353	0.07	11	0.12	16.38	0.27	15 %
Lythraceae	1109	0.22	1	0.01	6.56	0.11	11 %
Rutaceae	756	0.15	3	0.03	5.31	0.09	9 %
Fabaceae	257	0.05	13	0.14	2.50	0.04	8 %
Boraginaceae	415	0.08	5	0.05	1.88	0.03	6 %
Capparaceae	184	0.04	6	0.06	1.66	0.03	4 %
Euphorbiaceae	75	0.01	8	0.09	0.25	0.00	3 %
Apocynaceae	175	0.03	3	0.03	2.11	0.03	3 %
Nyctaginaceae	105	0.02	3	0.03	1.87	0.03	3 %
Bignoniaceae	105	0.02	1	0.01	1.78	0.03	2 %
Clusiaceae	27	0.01	4	0.04	0.50	0.01	2 %
Sapotaceae	22	0.00	3	0.03	0.37	0.01	1 %
Polygonaceae	37	0.01	3	0.03	0.14	0.00	1 %
Primulaceae	25	0.00	3	0.03	0.24	0.00	1 %
Myrtaceae	65	0.01	1	0.01	0.50	0.01	1 %
Celastraceae	22	0.00	2	0.02	0.08	0.00	1 %
Burseraceae	12	0.00	1	0.01	0.21	0.00	1 %
Otras familias	56	0.01	10	0.11	0.31	0.01	4 %

En la Tabla 7 se observa que cerca del 50% está representado por solo 3 familias, además se muestra Aa: Abundancia absoluta, Ar: Abundancia relativa, Fa: Frecuencia absoluta, Fr: frecuencia relativa, Da: dominancia absoluta, Dr: Dominancia limpia. IVI: índice de valor de importancia por familia.

4.1.2.5. Distribución de clases diamétricas

Figura 8

Distribución de clases diamétricas en las PPM



La distribución diamétrica de las parcelas permanentes presenta el clásico patrón de “J invertida”, encontrando mayor cantidad de individuos de las clases más bajas y menor cantidad

de individuos de las clases más altas. Las parcelas que acentúan más la forma de jota invertida son las parcelas CHO, YHU y TUL (Figura 8).

4.1.2.6. Cociente de mezcla

Como se muestra en la Tabla 8, se obtuvo un cociente de mezcla promedio de 0.05, es decir, por cada 20 individuos hay una especie diferente, sin embargo, el valor más alto se obtuvo en la parcela PIZ con 0.13 (1 especie por cada 10 individuos), y el valor más bajo en la parcela CHO con 0.01 (1 especie por cada 100 individuos).

Tabla 8

Individuos, familias, géneros, especies y cociente de mezcla de cada PPM

Parcelas	N° de individuos	N° familias	N° géneros	N° especies	CM*
GOA1	493	16	21	22	0.04
GOA2	590	16	22	23	0.04
YHU	860	13	19	22	0.03
CHO	1293	12	15	15	0.01
TUL	433	7	9	10	0.02
PIZ	76	6	10	10	0.13
SAU	307	5	8	8	0.03
CRI1	169	4	5	5	0.03
CRI2	109	2	3	3	0.03
JEC1	375	6	9	11	0.03
JEC2	210	4	7	7	0.03
SHI	68	3	6	7	0.10
CAL	96	4	6	6	0.06
Promedio	391	8	11	11	0.05

En la Tabla 8 se muestra el coeficiente de mezcla (CM)

4.1.3. Dinámica del BES del Valle del Marañón

4.1.3.1. Mortalidad y reclutamiento

En el año 2013 se instalaron las parcelas GOA1, GOA2 y YHU, registrando 355, 426 y 772 individuos respectivamente. En el año 2018 se remidieron las parcelas GOA1 y GOA2,

siendo el periodo intercensal de 5 años, en la parcela GOA1 (441 individuos) se registró 23 individuos muertos y 103 reclutas; y en la parcela GOA2 (521 individuos) 36 individuos muertos y 124 reclutas. Además, se instaló las parcelas CHO con 1283 individuos y TUL con 878 individuos iniciales.

En el año 2021 se remidieron todas las parcelas permanentes, en la parcela GOA1 (458 individuos) se registraron 13 individuos muertos y 30 reclutas, en la parcela GOA2 (589 individuos) 60 individuos muertos y 121 reclutas, en la parcela YHU (869 individuos) se encontraron 69 individuos muertos y 149 reclutas, en TUL (812 individuos) fueron 128 los individuos muertos y 62 los reclutas y finalmente en la parcela CHO (1293 individuos) presentó 67 individuos muertos y 72 reclutas.

Tabla 9

Tasas de mortalidad y reclutamiento por periodos intercensales

Periodo	Parcela	Tasa anual de mortalidad	Tasa anual de reclutamiento	Pérdida en área basal	Ganancia en área basal	Relación muertos / reclutados
2013-2018	GOA1	1.3 %	5.3 %	1.6 %	1.2 %	4.5
	GOA2	1.4 %	5.4 %	2.3 %	2.7 %	3.4
2018-2021	GOA1	1.0 %	2.3 %	0.7 %	0.4 %	2.3
	GOA2	3.6 %	7.7 %	5.2 %	2.2 %	2.0
	YHU	1.2 %	2.4 %	1.7 %	0.8 %	2.2
	TUL	5.3 %	2.6 %	1.7 %	0.7 %	0.5
	CHO	1.8 %	1.9 %	1.3 %	0.7 %	1.1
Promedio		2.2 %	3.9 %	2.1 %	1.2 %	

La relación de reclutamiento y mortalidad de individuos muestra que, en promedio, por cada individuo muerto hay 2.3 individuos reclutas, siendo 4.5 la mayor relación en la parcela

GOA 1 (2018) y 0.5 la menor en la parcela TUL (2021), esta última, una relación negativa, donde, por cada dos individuos muertos hay un individuo reclutado. Por otro lado, la parcela CHO muestra la relación más cercana a 1, es decir que por cada individuo muerto hay un individuo recluta.

Tabla 10

Especies con mayor cantidad de individuos muertos y reclutados

	ESPECIE	GOA1*	GOA2*	YHU**	TUL***	CHO***	TOTAL
<i>Individuos muertos por especie</i>	<i>Browningia pilleifera</i>				44		44
	<i>Lafoensia acuminata</i>					44	44
	<i>Esenbeckia cornuta</i>			44			44
	<i>Guapira</i> sp.	2	18	6			26
	<i>Cordia iguaguana</i>	5	18	2			25
	<i>Cynophalla flexuosa</i>	11	14				25
	<i>Tetrasida chachapoyensis</i>		15				15
	<i>Espostoa lanata</i>		8			3	11
	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	5	1	4			10
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3	5				8
	<i>Llagunoa nítida</i>					8	8
	<i>Clusia</i> sp.			4		2	6
	<i>Individuos reclutados por especie</i>	<i>Cordia iguaguana</i>	27	179	2		
<i>Esenbeckia cornuta</i>				128			128
<i>Lafoensia acuminata</i>						65	65
<i>Browningia pelleifera</i>					50		50
<i>Aspidosperma polyneuron</i>		29	4				33
<i>Zanthoxylum rigidum</i>		12	11	5			28
<i>Cynophalla flexuosa</i>		11	9				20
<i>Guapira</i> sp.		2	10	7			19
<i>Handroanthus chrysanthus</i>		8	9				17
<i>Espostoa lanata</i>			10			1	11
<i>Erythroxylum</i> sp.		10					10
<i>Ruprechtia aperta</i>		10					10
<i>Maytenus octogona</i>		8	1				9
<i>Tetrasida chachapoyensis</i>			8				8
<i>Cyathostegia mathewsii</i>		1	6				7
<i>Ceiba insignis</i>		4	1	1			6

En la Tabla 10 se observa (*) Periodo intercensal 3 y 5 años, (**) Periodo intercensal 8 años,

(***) Periodo intercensal 3 años

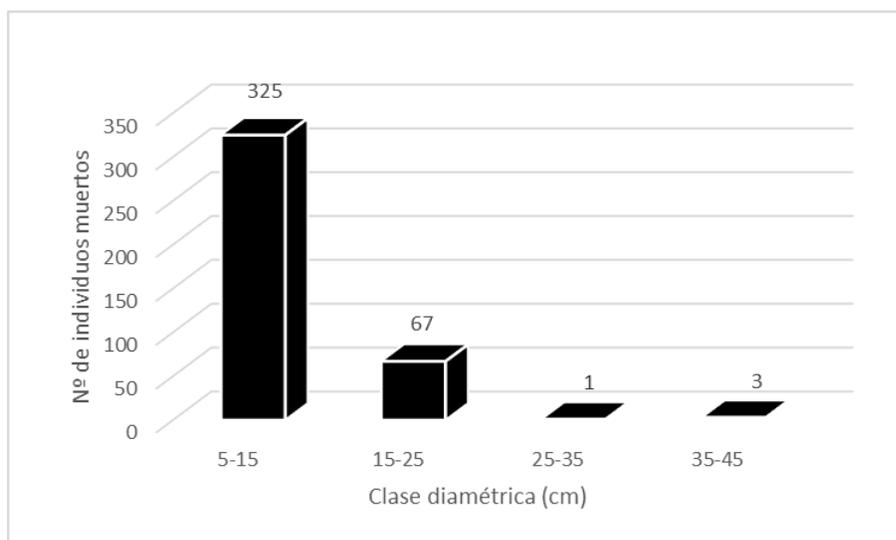
Entre las especies que presentaron una mayor cantidad de individuos muertos destacaron las especies *Browningia pilleifera* y *Lafoensia acuminata* con 44 individuos muertos en cada especie, de las parcelas TUL Y CHO respectivamente en un periodo intercensal de 3 años. Por otro lado, la especie *Esenbeckia cornuta*, presente solo en la parcela YHU, muestra 44 individuos muertos en un periodo intercensal de 8 años.

Las especies que presentaron mayor cantidad de individuos reclutados fueron *Cordia iguagana* (208 individuos) presente en tres parcelas, *Esenbeckia cornuta* (128 individuos) presente solo en la parcela YHU, *Lafoensia acuminata* (65 individuos) en la parcela CHO y *Browningia pelleifera* (50 individuos) en la parcela TUL.

Como se observa en la Figura 10, los valores más altos de mortalidad se centran en las clases diamétricas menores.

Figura 9

Distribución diamétrica del total de individuos muertos en las PPM



4.1.3.2. Tasas de crecimiento

Las tasas de crecimiento por especie se calcularon con el promedio de los incrementos medio anual de los periodos evaluados en cada parcela, siendo *Cedrela kuelapensis* la especie

que presenta el mayor incremento con 7.12 mm al año, seguida de *Erythroxylum* sp. con 7.12 y *Ceiba insignis* con 3.69 (Tabla 11), estas dos últimas especies se encuentran a una altitud de 2000 metros sobre el nivel del mar. Las especies con menor IMA fueron *Acacia macracantha*, *Pereskia horrida*, *Xylosma* sp. con 0.62, 0.51, 0.50 mm/año respectivamente (Anexo 6).

Tabla 11

Incremento medio anual por especie en las PPM del BES del Marañón

<i>ESPECIE</i>	<i>GOA1</i>	<i>GOA2</i>	<i>YHU</i>	<i>CHO</i>	<i>TUL</i>	<i>IMA (mm)</i>
<i>Cedrela kuelapensis</i>				7.12		7.12
<i>Erythroxylum</i> sp.	3.99					3.99
<i>Ceiba insignis</i>	4.89	3.73	2.45			3.69
<i>Eriotheca discolor</i>	4.16	2.24			4.35	3.58
<i>Guapira</i> sp.	4.36	3.12	3.25			3.58
<i>Clusia</i> sp.	6.12		0.57	2.46		3.05
<i>Allophylus</i> sp.				3.00		3.00
<i>Cordia iguaguana</i>	2.84	2.51	3.19			2.85
<i>Espositoa blossfeldiorum</i>					2.73	2.73
<i>Parkinsonia praecox</i>					2.68	2.68
<i>Otras especies (\bar{x})</i>						1.72

En la Tabla 11, otras especies señala el promedio de las especies con incrementos medios anuales bajos, donde el valor máximo es 2.56 mm y el valor mínimo es 0.5 mm

4.2. Discusión

Diversidad y composición florística del BES

Los fragmentos de BES poseen una composición florística heterogénea en cada gradiente, los máximos valores de riqueza se encuentran al norte del BES del valle del Marañón, en las parcelas de la ciudad de Jaén, mientras que al sur, la cantidad de especies va disminuyendo, evidencia una relación entre latitud y riqueza, donde a medida que nos alejamos del ecuador aumenta la sequedad y por consiguiente la disminución en el número de especies (Trejo & Dirzo, 2002; Vargas, 2018).

De las tres familias que indica Espinosa et al. (2012) como únicas de los BES neotropicales (Zygophyllaceae, Canellaceae y Julianaceae) ninguna fue registrada en este estudio, sin embargo, se encontraron las familias Cactaceae, Capparidaceae y Erythroxylaceae las que indica Mayle (2004) como las más representativas de este ecosistema. Por su parte, las familias más especiosas encontradas en el BES del valle del Marañón coincide con lo hallado por Pennington et al. (2000), Aguirre M. et al. (2006), Marcelo-Peña et al. (2007) respecto a la representatividad de las familias Fabaceae y Cactaceae.

Según Marcelo-Peña et al. (2015) el BES del Marañón alberga un total de 134 taxones endémicos, de los cuales, 12 se encontraron en este estudio, entre ellas, poblaciones restringidas de *Parkinsonia peruviana* y *Esenbeckia cornuta* catalogadas como especies en peligro crítico (León, 2006; Marcelo-Peña et al., 2013, 2015).

Las especies endémicas se encuentran distribuidas de manera exclusiva en algunas parcelas, amenazadas por la alta fragmentación del bosque (Anexo 4). Según Pennington et al. (2009) la tendencia a perder las especies endémicas raras sucede en núcleos aislados, algo preocupante para las especies endémicas menos abundantes y poco frecuentes como *Pereskia horrida*, *Pseudobombax cajamarcanus* y *Parkinsonia peruviana*.

Por otro lado, en CRI1, se observó que la población de una especie de *Eriotheca* difería a las características morfológicas ya conocidas de *E. peruviana* y *E. discolor*, algunos árboles registrados presentaron frutos más pequeños, esféricos con ceñiduras conspicuas entre las valvas, u obovoides cubiertos con abundante pubescencia, otros caracteres vegetativos contrastantes fueron: la coloración de los tallos (color gris oscuro vs gris claro) y, la distancia y forma de los entrenudos entre las ramas. El hallazgo de caracteres nuevos en géneros como *Eriotheca* reflejaría una tendencia evolutiva de la especie o en el mejor de los casos, la existencia de un

espécimen nuevo en las Malváceas del BES del Marañón, estas observaciones destacan la importancia de estudios particulares en esta familia y hace imperativo que, en las próximas evaluaciones, se considere la época fenológica de las especies con el objetivo de realizar la colección de especímenes fértiles y facilitar la identificación taxonómica de los individuos (Anexo 9).

El índice de Margalef asocia a los valores menores que 2 como ecosistemas de baja diversidad y valores mayores que 5 a ecosistemas de alta diversidad, las parcelas presentan un rango de 0.43 a 3.45 siendo valores de diversidad relativamente bajos, como consecuencia del nivel de intervención que ocurre en el valle.

Los valores de diversidad de Shannon-Wiener hallados en los bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste (Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005) oscilan entre 1.17 y 3.03; en Ecuador en los sectores de La Ceiba y Algodonal (Granda & Guaman, 2006) registraron 4.16 y 3.55; y en el valle de Casanga (Armijos & Villena, 2009) se reportó un valor de 3.87. Al contrastar con nuestra área de estudio, indica una diversidad de media a baja, sin embargo Marcelo-Peña et al. (2007) interpreta estos valores como una elevada diversidad, dado al grado de limitaciones ambientales y de perturbación que sufren los bosques estacionalmente secos de Jaén.

Por otro lado, la diversidad Alfa Fisher es un índice que permite realizar comparaciones entre parcelas de diferentes áreas y abundancias (Berry et al., 2002), en los fragmentos de BES, los más altos valores se encontraron en áreas privadas de conservación en la localidad de Jaén, condición que se ve favorecida por la conservación del ecosistema. Por otro lado, los valores más bajos de diversidad están ubicados en la localidad de Crisnejas donde se observó, fuerte impacto por ganadería, frecuente ocurrencia de incendios y la reciente creación de vías de acceso.

Estructura del BES

La cantidad de individuos por especie guarda relación con la densidad encontrada por Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005) en los bosques secos de Tumbes, quienes indican que la baja densidad de individuos podría ser la consecuencia del impacto que ocasiona la actividad antrópica.

Es importante considerar que, si se evalúa de manera global las parcelas, la sustitución de especies es más drástica de lo esperado y no es gradual (Espinosa et al., 2012), es decir que, de una localidad a otra, las especies cambian, esto se refleja en los bajos valores de similitud entre las muestras, confirmando que el BES neotropical tiene una estructura heterogénea, dando soporte a los resultados ya obtenidos en otros estudios en la región neotropical (Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005; Marcelo-Peña et al., 2015; Quiroga-C et al., 2019).

Las curvas de especie – área indica un aumento en la riqueza de especies conforme aumenta el área y número de árboles muestreados (Morales et al., 2012) se observó que, la muestra capturó una gran proporción de la diversidad de especies en los BES del Marañón, a una dimensión mínima de 4 hectáreas y a partir de ella, hay una inflexión en la curva que la hace más homogénea con un incremento de 1 especie por parcela, un comportamiento normal debido a la presencia de especies raras (Jimenez-Valverde & Hortal, 2003).

La distribución de clases diamétricas en los fragmentos del BES del Marañón es característica propia de las masas discetáneas (Moreno, 2001) con una existencia de regeneración favorable, no obstante, la alta cantidad de individuos de diámetros menores es condicionada por la severidad del clima, obliga a las clases juveniles a reservar energías en meses secos para

activar el crecimiento vertiginoso en meses lluviosos, mientras que la baja cantidad de individuos en diámetros mayores es explicada por la consecuencia la tala selectiva (Fuentes, 2019).

Más de la mitad de especies tienen un índice de valor de importancia bajo, esto indica que tienen poco dominio florístico en el ecosistema (Soler et al., 2012), a pesar de ello, pueden resultar únicas, endémicas e indispensables debido a las asociaciones intraespecíficas, llamando la atención a la conservación de estas áreas y mayor interés sobre el conocimiento de las relaciones que acontecen a pequeña escala.

La familia Cactaceae se encuentra ampliamente distribuida en el BES, así como en el BES de México (Márquez-Salazar et al. 2019) y en Huancavelica (Gálvez 2013), por el contrario, la familia Lythraceae se encuentra restringida a solo una parcela (CHO), esta a su vez es representada por una especie *Lafoensia acuminata*, resultados similares a los presentados en los bosques secos de Loja (Cueva et al., 2019), en el que se identifica a esta especie como la más importante en un rango altitudinal de 2040 – 2140, la exclusividad y abundancia de esta especie en una parcela; este evento es explicado por Pennington et al. (2009) como un patrón donde las especies que son globalmente raras son localmente comunes debido a una baja tasa de migración de las especies como resultado de las condiciones del suelo y mosaicos sucesionales (Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005).

Aunque no se posee datos ambientales exclusivos de cada parcela, puede señalarse que, las diferencias marcadas entre el número de especies e individuos presentes por parcela, se hallan condicionadas por las características ecológicas de los ambientes en que se desarrollan y por consiguiente por la demanda del recurso hídrico, tipo de suelo y humedad ambiental (Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005; Trejo & Dirzo, 2002).

El coeficiente de mezcla promedio en las parcelas reafirma la heterogeneidad del BES (Tabla 8), siendo un valor semejante a los encontrados en los bosques secos de Cuba (Kees & Michela, 2020) y Huancavelica (Gálvez, 2013).

Dinámica del BES

El análisis de mortalidad y reclutamiento en los periodos de 2013-2018 y 2018-2021 muestran un incremento en la cantidad de especies e individuos, exceptuando a la parcela TUL que presenta una relación inversa en la proporción reclutados-muertos. TUL también mostró abundancia de cactus de porte arbóreo y fueron los que presentaron mayor mortalidad. De las observaciones, se notó que en los tres últimos años en el valle del Marañón ocurrieron (ocurren), eventos más continuos de lluvias a lo largo de año (influencia del cambio climático), que posiblemente suavizan los suelos y junto a la presencia de afloramientos rocosos en pendientes elevadas provoca la remoción continua de las cactáceas, caracterizadas por poseer raíces superficiales (Pedreros, 1994). También se ha observado la presencia de hongos que tornan las ramas grisáceas y podrían ser otra causa de la mortalidad de cactus. Estas observaciones empíricas, requieren de más investigación para entender mejor la mortalidad de las plantas leñosas en el valle. Alta mortalidad en cactáceas también fue reportado por Hernandez et al. (1995) y Blanco (2017) en los bosques secos de Costa Rica, quienes atribuyen esta causa a la resiliencia del bosque después de una intervención, y McIntosh et al. (1995) en Arizona, Mandujano et al. (2015) y Guzmán-Vázquez et al. (2021) en México atribuyen esta condición al deterioro de la condición de las plantas.

A pesar que, en el segundo periodo de evaluación GOA1 sufrió intervención antrópica con la pérdida de 8 individuos, presenta una tasa de mortalidad menor que en el primer periodo e incluso menor que GOA2, parcela que se encuentra en la misma localidad; el reclutamiento

también expresa grandes contrastes entre los periodos evaluados, donde GOA1 muestra un descenso de 3 %, mientras que GOA2 aumenta en 2.4 %, se puede interpretar como resultado de los altos valores de heterogeneidad y diversidad beta en BES, dado que en GOA1 es representativa *Aspidosperma polyneuron* de naturaleza esciófita y baja capacidad reproductiva (Villón, 2017); mientras que en GOA2 es representativa *Cordia iguaguana* una especie demandante de luz (com. per. Marcelo-Peña, Uslar et al., 2004), estos resultados nos permiten inferir que en segundo periodo, el BES experimentó cambios en sus condiciones climáticas (Anexo 8) como consecuencia del cambio climático o la simple presencia de claros por extracción de especies valiosas, resultando favorables para algunas especies y adversa para otras (Espinosa et al., 2012; Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005).

Según Fredericksen & Mostacedo (2000) la dinámica del bosque puede variar en cada lugar y dependerá más del tipo de uso que estén teniendo estos bosques o sus especies, expresado con la constante pérdida de cobertura vegetal debido a incendios forestales, la tala selectiva y el cambio de uso del suelo en los BES del valle del Marañón.

La relación de reclutamiento y mortalidad de individuos muestra que, en promedio, por cada individuo muerto hay 2.3 individuos reclutas, siendo 4.5 la mayor relación en la parcela GOA 1 (2018) y 0.5 la menor en la parcela TUL (2021), esta última, una relación negativa, donde, por cada dos individuos muertos hay un individuo reclutado. Por otro lado, la parcela CHO muestra la relación más cercana a 1, es decir que por cada individuo muerto hay un individuo recluta, indica un equilibrio dinámico en esta parcela (Buttgenbach et al., 2012; Morales et al., 2012).

Los valores más altos de mortalidad se centran en las primeras clases diamétricas siendo *Browningia pilleifera*, *Lafoensia acuminata* y *Esenbeckia cornuta* las especies con mayor

cantidad de individuos muertos, debido a su abundancia en las parcelas TUL, CHO y YHU respectivamente, analizando de manera individual las causas pueden ser distintas, en TUL, como anteriormente se señaló, la presencia de suelos superficiales, induce raíces superficiales en los individuos de clases menores. En CHO la ausencia de claros ocasionada por la alta densidad de individuos limita el crecimiento y la sobrevivencia de individuos juveniles del gremio heliófito durable (*Lafoensia acuminata*) (Meneses, 2018) y por último, en YHU causada por la extracción selectiva (Navarrete, 2019) y su alta representatividad de individuos jóvenes (Marcelo-Peña, 2017) serían condicionantes la muerte de las primeras clases diamétricas menores.

Los incrementos diamétricos en las especies de BES del Marañón, son mayores que los encontrados por Nebel et al. (2016) en un bosque de la llanura aluvial inundable de la amazonia (4,0-4,5 mm/año en las parcelas no intervenidas hasta 5,3-6,8 mm/año en las parcelas intervenidas), influenciados por la dinámica de claros, debido a la predominancia de las especies caducifolias, la poca densidad de individuos y la extracción selectiva, por tanto las especies se encuentran más expuestas a la iluminación directa e incremento de la temperatura a nivel del dosel (Noguera-Talavera, 2016), no obstante, en el bosque seco la carencia de suelos dominados por calizas y fuentes hídricas cercanas (Sanmartín-Sierra et al., 2016) induce que en las épocas de condiciones más violentas el crecimiento se ralentice.

Al comparar los resultados (IMA) con las especies en el bosque seco de Loja (Alverca, 2016) se encontró una diferencia significativa en el incremento medio anual en diámetro de *Acacia macracantha*, esta diferencia está relacionada con factores como el número de árboles muestreados y los rangos de crecimiento, que pueden ser uniformes o variables en el transcurso de los periodos de evaluación, por otro lado *Bursera graveolens* presentó valores semejantes con apenas 0.01 mm de diferencia.

El BES es atractivo por las especies que lo componen, expresando gran resistencia a largos periodos de sequía y a condiciones extremas de temperatura, los posiciona como potencialmente útiles en procesos de reforestación de zonas secas, sin embargo, solo conociendo los cambios en su cobertura, dinámica, sus áreas más afectadas y sus ciclos de vida, se podrá avanzar en su adecuada gestión y conservación (MINAM, 2021a).

El protocolo DRYFLOR (Moonlight et al., 2020) utilizado en la presente investigación permite la comparación directa con PPM en bosques húmedos, sin embargo, a la fecha aún es escasa la práctica de esta metodología a pesar de amplia utilidad. Mendoza-C. (1999) afirma que las diferencias, tanto en la riqueza como en la densidad es probable atribuir las a problemas metodológicos, es por ello que es importante resaltar la estandarización de metodologías que permitan la comparación objetiva de resultados.

En este sentido, la ausencia de especificaciones exactas para la medición del DAP en algunas especies de cactus como *Espostoa blossfeldiorum* y *Espostoa mirabilis*, instó la necesidad de agregar condiciones a nuestro inventario para evitar daños físicos tanto en la brigada de campo como en los individuos, explicadas en el ítem metodológico. Estas imprecisiones, en un protocolo joven como el DRYFLOR, deben ser subsanadas a razón de poder ser aplicadas con mejores resultados en los BES.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La familia Fabaceae posee alta diversidad con 71 especies, 57 géneros y 29 familias y abundancias entre 63 a 1122 individuos por parcela, sin embargo, las familias más frecuentes abundantes y dominantes son Cactaceae, Malvaceae y Lytraceae siendo esta última representada por una sola especie, por otro lado, en este ecosistema se alberga 12 especies endémicas, de las cuales *Parkinsonia peruviana* y *Esenbeckia cornuta* son especies en Peligro crítico que se encuentran en poblaciones restringidas y únicas, por tal razón es necesaria la valoración ecológica y la gestión para la conservación de estos fragmentos.

La diversidad alfa es moderada a baja en comparación con otras muestras de bosque seco en el Neotrópico, se infiere que es el resultado negativo de actividades antrópicas como la tala selectiva y prácticas de tala y roza, además, la diversidad beta muestra alta rotación de especies entre las formaciones vegetales (baja similitud) interpretadas como consecuencia de la fragmentación del bosque, mientras que, el coeficiente de mezcla indicó una alta homogeneidad dentro de cada parcela. Además, el BES presenta una distribución de clases diamétricas clásica en forma de “J” invertida.

La dinámica del BES del Marañón evaluada en dos periodos 2013-2018 y 2018-2021, muestra la tasa de mortalidad es superada por la tasa de reclutamiento en 1.7 %. La clase diamétrica de 5-15 cm presentó mayor mortandad condicionado por el gremio ecológico de las especies y por ende a la dinámica de claros; concluimos que, en el segundo periodo evaluado, las

condiciones climáticas fueron más drásticas de lo estimado, sin embargo, son necesarios datos climáticos propios de cada parcela estudiada para brindar generalizaciones adecuadas.

Los IMA muestran tasas de crecimiento bajos en comparación con otros estudios, además el tiempo monitoreado y la cantidad de individuos aún está limitada, en este sentido, se necesitan más estudios a largo plazo para encontrar datos más precisos.

5.2. Recomendaciones

Motivar la difusión del estado actual de las especies amenazadas y endémicas que alberga el BES, así como su composición florística y diversidad de flora y fauna, a fin de contribuir la conservación y reducir el impacto sobre el ecosistema.

Las entidades de regulación y protección forestal deben asegurar el resguardo de la diversidad que alberga sus áreas de conservación, así como también incentivar la creación de nuevas áreas representativas del BES como en Shicún o Jaén donde se ubican 2 especies en Peligro crítico.

Continuar los monitoreos periódicos sobre la composición y dinámica del bosque seco en las parcelas permanentes del BES del Marañón, para obtener información que permita generar percepciones más amplias y fiables de los patrones en este bosque.

Realizar estudios sobre la captura de carbono en los BES con la finalidad de obtener más resultados sobre la respuesta del cambio climático y de ese modo atraer el interés para la conservación de este ecosistema.

Establecer puntos de monitoreo meteorológico de, al menos, temperatura y precipitación en cada parcela, de este modo con datos precisos se encontrarán relaciones más certeras entre la dinámica y los cambios climáticos en el tiempo.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M., & Reynel, C. (2009). Dinámica forestal y regeneración en un bosque montano nublado de la selva central del Perú. En *Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible, Lima Peru*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Aguirre, Z., Peter, L., & Sánchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 162-187.
<https://doi.org/10.1017/s0009838800012258>
- Alverca, J. (2016). *Dinámica de crecimiento de las especies forestales de una parcela permanente en el Bosque Seco de la Ceiba, Zapotillo, Loja, Ecuador*. Universidad Nacional de Loja.
- Angulo, F., Palomino, W., Arnal-Delgado, H., Aucca, C., & Uchofen, O. (2008). Corredor de Conservación de Aves Marañón - Alto Mayo: Análisis de Distribución de Aves de Alta Prioridad de Conservación e Identificación de Propuestas de Áreas para su Conservación. *Asociación Ecosistemas Andinos – American Bird Conservancy*, 147.
- Asquith, N. (2002). La dinámica de los bosques y la diversidad arbórea. En *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* (pp. 377-406).
- Balsega, A., & Gómez-Rodríguez, C. (2019). Diversidad alfa, beta y gamma: ¿cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas? *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 26, 39-45.
- Banda-R, K., Delgado-Salinas, A., Dexter, K. G., Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A., Prado, D. E., Pullan, M., Quintana, C., Riina, R., Rodríguez, G. M., Weintritt, J., Acevedo-Rodríguez, P., Adarve, J., Álvarez, E., Aranguren, A. B., Arteaga, J. C., Aymard, G., Castaño, A., Ceballos-Mago, N., ... Pennington, R. T. (2016). Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *American Association for the Advancement of Science*, 353(6306), 1383-1387. <https://doi.org/10.1126/science.aaf5080>
- Berry, P. E., Guariguata, M., & Kattan, G. (2002). Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de bajura. En *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* (Vol. 1, pp. 83-96). <http://www.ucipfg.com/Repositorio/BAAP/BAAP06/Unidad5/Lectura2.pdf>

- Blanco, B. F. (2017). *Dinámica poblacional en una cronosecuencia de bosque seco tropical, Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica*. Tecnológico de Costa Rica.
- Borsdorf, A., Dávila, C., Hoffert, H., & Tinoco, C. I. (2012). Espacios Naturales de Latinoamérica: desde la tierra del fuego hasta el Caribe. *Institut für Geographie der Universität Innsbruck*.
- Buttgenbach, H., Vargas, C., & Reynel, C. (2012). *Dinámica forestal en un bosque premontano del valle de Chanchamayo (DP. de Junín, 1200 msnm)*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cayuela, L., & Granzow-de-la-Cerda, I. (2012). Biodiversidad y conservación de bosques neotropicales. *Ecosistemas*, 21, 1-5.
- Córdoba, F. M. (2015). *Caracterización florística del bosque ripario perteneciente al bosque seco tropical de los municipios de Santa Ana, Santa Barbara de Pinto y Córdoba, Colombia*. [Universidad Militar Nueva Granada].
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34122395002>
- Cueva, E., Lozano, D., & Yaguana, C. (2019). Effect of the altitudinal gradient in the floristic composition, structure and arboreal biomass of the andean dry forest, Loja, Ecuador. *Bosque*, 40(3), 365-378. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002019000300365>
- DeRutté, J., & Reynel, C. (2016). *Composición y diversidad arbórea de un área en la cumbre del bosque montano nublado Puyu Sacha, Chanchamayo, Dp. Junín, Perú*. 110.
- 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, 167-179.
- Fernandes, M. F., Cardoso, D., & de Queiroz, L. P. (2020). An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. *Journal of Arid Environments*. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.104079>
- Fuentes, E. M. (2019). *Diversidad y composición florística de una área de bosque seco de la comunidad campesina de San Gregorio, San Miguel, Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Gálvez, G. E. (2013). Composición florística del bosque seco Chiquiacc en Surcubamba, Huancavelica. *Ministero del ambiente. Memoria Segundo Encuentro de Investigadores Ambientales*, 1-7.

- 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), 81-92. <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i1.177>
- González, P. H., Cano, A., Särkinen, T., Goodwin, Z. A., Valencia, N., Sachahuamán, I., & Marcelo-Peña, J. L. (2020). *Las plantas comunes del bosque seco del Marañón* (P. H. González Arce (ed.)). <https://museohn.unmsm.edu.pe/%0ANinguna>
- Granda, V., & Guamán, S. (2006). Floristic composition, structure and ethnobotany of the dry forest Algodonal. *Lyonia*, 10(2). <https://docplayer.es/114409084-Floristic-composition-structure-and-ethnobotany-of-the-dry-forest-algodonal.html>
- Guzmán-Vázquez, I., Castillo-Argüero, S., Orozco-Segovia, A., & Collazo-Ortega, M. (2021). View of Spatial and temporal dynamics of two cacti seed banks in a xerophytic shrubland in Mexico City. *Botanical Sciences*, 99(3), 560-572. <https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/2745/4341>
- Guzman, B. K., García-Bravo, A., Allauja Salazar, E. E., Mejía Castillo, I. A., Torres Guzmán, C., & Oliva Cruz, S. M. (2021). Endemism of woody flora and tetrapod fauna, and conservation status of the inter-Andean Seasonally Dry Tropical Forest of the Marañón valley. *Global Ecology and Conservation*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01639>
- Hartshorn, G. S. (2002). Biogeografía de los bosques neotropicales. En *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* (pp. 59-81). http://www.ucipfg.com/Repositorio/BAAP/BAAP06/Unidad3/Lectura1_Biogeografia_Bosques_Neotropicales.pdf
- Hernandez, L., Jimenez, J., Sanchez, M., Meza, V., Morera, A., & Gutierrez, M. (2009). Dinámica y composición del bosque seco tropical de Guanacaste a partir de parcelas permanentes de muestreo (PPM). *Observatorio Ambiental*, 43, 123-141. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/7462/Dinamica.pdf?sequence=1>
- Jimenez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Curvas de acumulación de especies y la necesidad de la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Iberica de Aracnologia*, 3(31), 57-59. [https://doi.org/10.1016/S0300-9629\(76\)80010-2](https://doi.org/10.1016/S0300-9629(76)80010-2)
- Kees, S., & Michela, J. F. (2020). Estructura y composición florística de tres tipos de bosques de la provincia del Chaco. *Avances*, 22(1), 21-33.
- Leal-Pinedo, J., & Linares-Palomino, R. (2005). Los Bosques Secos De La Reserva De Biosfera

- Del Noroeste (Perú): Diversidad Arbórea Y Estado De Conservación. *Caldasia*, 27(2), 195-211.
- León, B. (2006). El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 175-176. <https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologia/v13n2/contenido.htm>
- Linares-Palomino, R. (2006). Phytogeography and Floristics of Seasonally Dry Tropical Forests in Peru. In: R.T. Pennington, G.P. Lewis, J.A. Ratter, eds. Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation. *The Systematics Association Special*, 69, 257-280.
- Lo, J. (2018). Un bosque por descubrir. *Somos*, 58-63.
- Maass, M., & Burgos, A. (2011). Water Dynamics at the Ecosystem Level in Seasonally Dry Tropical Forests. *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*, 141-156. <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-021-7>
- Mandujano, M. C., Bravo, Y., Verhulst, J., Carrillo-Angeles, I., & Golubov, J. (2015). The population dynamics of an endemic collectible cactus. *Acta Oecologica*, 63, 1-7. <https://doi.org/10.1016/J.ACTAO.2014.12.004>
- 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(1), 43-52. <https://doi.org/10.15381/rpb.v15i1.1669>
- Marcelo-Peña, J. L. (2017). *Diversidade florística, dendrologia e dendroecologia em florestas estacionais decíduas do Centro e Norte do Peru*. Universidad de Sao Paulo.
- Marcelo-Peña, J. L., Huamantupa, I., Särkinen, T., & Tomazello, M. (2015). Identifying conservation priority areas in the marañón valley (Peru) based on floristic inventories. *Edinburgh Journal of Botany*, 73(1), 95-123. <https://doi.org/10.1017/S0960428615000281>
- Marcelo-Peña, J. L., Mondragón, G., Tarrillo, J., Ríos, J. C., Cangahuala, L., & Ortiz, J. (2013). Informe del estado actual de la población de Parkinsonia peruviana, especie endémica en peligro crítico de extinción. En *Informe del Herbario MOL-Forestales* (p. 14). https://www.researchgate.net/publication/256439091_Informe_del_estado_actual_de_la_poblacion_de_Parkinsonia_peruviana_especie_endemica_en_peligro_critico_de_extincion
- Marcelo-Peña, J. L., & Reynel-Rodríguez, C. (2014). Patrones de diversidad y composición florística de parcelas de evaluación permanente en la selva central de Perú. *Rodriguésia*, 65(1), 35-47.

- 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), 9. <https://doi.org/10.21704/rea.v6i1-2.336>
- Marcelo-Peña, J. L., Santini, L., & Tomazello Filho, M. (2019). Wood anatomy and growth rate of seasonally dry tropical forest trees in the Marañón River Valley, northern Peru. *Dendrochronologia*, 55(April), 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.04.008>
- Márquez-Salazar, G., Salomón-Montijo, B., Reyes-Olivas, Á., Amador-Medina, M., & Millán-Otero, G. (2019). Composition and floristic diversity of dry forests in the meseta de cacaxtla, Sinaloa, Mexico. *Gayana - Botanica*, 76(2), 176-188. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432019000200176>
- Mayle, F. E. (2004). Assessment of the Neotropical dry forest refugia hypothesis in the light of palaeoecological data and vegetation model simulations. *Journal of Quaternary Science*, 19(7), 713-720. <https://doi.org/10.1002/JQS.887>
- McIntosh, M. E., McDade, L. A., Boyd, A. E., & Jenkins, P. D. (1995). Patterns of Growth and Mortality in the Endangered Nichol ' s Turk ' s Head Cactus (*Echinocactus horizionthalonius* var . *nicholii* L . Benson ; *Department of Agriculture, Forest Service*. <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/29591>
- Melo, O., Fernández-M, F., & Villanueva, B. (2017). Hábitat lumínico, estructura, diversidad y dinámica de los bosques secos tropicales del alto magdalena. *Colombia Forestal*, 20(1), 19-30. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a02>
- Melo, O., & Vargas, R. (2002). *Evaluacion ecologica y silvicultural de ecosistemas boscosos* (O. Melo Cruz (ed.)). Universidad del Tolima. <https://www.yumpu.com/es/document/read/14197807/evaluacion-ecologica-y-silvicultural-de-ecosistemas-boscosos>
- Mendoza-C., H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el Valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 21(1), 70-94. <https://doi.org/10.2307/23641565>
- Meneses, L. (2018). Caracterización de ecosistemas de referencia y propagación de especies nativas de interés para restauración ecológica en la jurisdicción de Corpochivor. En *Universidad Distrital Francisco José de Caldas* (Vol. 11, Número 1, p. 80).

- https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiQp6nHgMrVAhVJOxoKHQWIDZMQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.humboldt.org.co%2Fes%2Festado-de-los-recursos-naturales%2Fitem%2Fdownload%2F276_41573dc2c1274956cbf0b442153731f
- Miles, L., Newton, A. C., Defries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V., & Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33, 491-505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>
- MINAM. (2021a). Apuntes del bosque 4: Línea de base de los bosques secos de la costa norte del Perú al 2018. En *Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático*. <http://www.bosques.gob.pe/archivo/Apuntes-del-bosque-4.pdf>
- MINAM. (2021b). *Peru Reino Bosques* (2da ed.). Ministerio del Ambiente.
- Moonlight, P., Banda-R, K., Phillips, O. L., Dexter, K. G., Pennington, R. T., Baker, T. R., Cavalcante, H., Fajardo, L., Linares-Palomino, R., Lloyd, J., Nascimento, M., Quintana, C., Riina, R., Rodríguez, G. M., Villela, D. M., Aquino, A. C., Arroyo, L., Bezerra, C., Tadeu, A., ... Da Silva, V. (2020). *Protocolo para el establecimiento y monitoreo de parcelas de bosque seco*.
- Morales, M., Vílchez, B., Ortega, M., Ortiz, E., Guevara, M., Chazdon, R. I., & Ortiz-Malavassi, E. (2012). Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del Corredor Biológico de Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 9(23), 19-28.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Primera ed). M&T–Manuales y Tesis SEA.
- Navarrete, C. E. (2019). Distribucion potencial de especies forestales amenazadas y endemicas raras mediante modelos de nicho ecológico [Universidad Agraria La Molina]. En *Repositorio Universidad Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4038/navarrete-macedo-corina-erika.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nebel, G., Kvist, L. P., Vanclay, J. K., & Vidaurre, H. (2016). Dinamica de los bosques de la llanura aluvial inundable de la Amazonia Peruana: Efectos de las perturbaciones e implicancias para su manejo y conservación. *Folia Amazónica*, 11(1-2), 65. <https://doi.org/10.24841/fa.v11i1-2.116>
- Noguera-Talavera, A. (2016). Sección V. Bases científicas del Cambio Climático. En *Cambio*

- climático y degradación del bosque seco* (p. 7). Universidad Nacional Agraria - Nicaragua.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2330.0720>
- ONU. (2020). *¿Qué es el cambio climático?* / Naciones Unidas. Acción por el Clima.
<https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>
- Ordoñez, J. (2017). *Análisis de la variabilidad de la sección hidráulica fluvial en los puntis de control hidrométrico de los ríos amazónicos. Caso: Cuenca Marañón* (pp. 1-323).
- Padilla, H., Kandler, L., & Guadamuz, N. (2017). Estructura y composición florística del Bosque Húmedo Tropical de la comunidad de San Jerónimo. *Revista Universitaria del Caribe*, 19(2), 89-101.
- Palqui, N. C. (2013). *Dinámica de un bosque tropical: Biomasa aérea y análisis en parcelas permanentes a largo plazo, Reserva Nacional de Tambopata- Madre de Dios*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Pedrerros, A. (1994). Importancia de las Cactáceas. *Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez*, 1(1), 1-7.
- Pennington, R. T., Lavin, M., & Oliveira-Filho, A. (2009). Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 437-457.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120327>
- Pennington, R. T., Lavin, M., Särkinen, T., Lewis, G. P., Klitgaard, B. B., & Hughes, C. E. (2010). Contrasting plant diversification histories within the Andean biodiversity hotspot. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(31), 13783-13787. <https://doi.org/10.1073/pnas.1001317107>
- Pennington, R. T., Prado, D. E., & Pendry, C. A. (2000). Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 27, 261-273.
- Prado, D. E. (2010). Bosques Secos Neotropicales: florística, biogeografía e implicaciones sobre biodiversidad. *Revista Huayllu-Bios*, N° 4, 17-18.
<http://www.exactas.unca.edu.ar/HUAYLLUBIOS/num-4/3.pdf>
- PROFEPA. (2020). *Especies endémicas en México* / Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
<https://www.gob.mx/profepa/articulos/especies-endemicas-en-mexico-237094?idiom=es>
- Quesada, R., & Castillo, M. (2010). *Demografía de especies maderables de la Península de Osa*.

Instituto Tecnológico de Costa Rica.

- Quiroga-C, J. A., Roa-R, H. Y., Melo, O., & Fernández-M, F. (2019). Structure of tropical dry forest fragments in the south of the departament of Tolima, Colombia. *Boletín Científico del Centro de Museos*, 23(1), 31-51. <https://doi.org/10.17151/bccm.2019.23.1.2>
- Roncal-Rabanal, M. R., Chávez, C. A. C., & Tello, S. S. (2020). Diet report of Yellow-faced Parrotlet (*Forpus xanthops*) in the Seasonally Dry Tropical Forest of Marañón, Peru. *Revista Peruana de Biología*, 27(2), 237-240. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i2.17880>
- Roncal, M. R., Diaz, E. D., & Roncal, C. (2010, junio). Caracterización de los componentes físico y biológico de la reserva ecológica Huacaybamba Cerro Cedropata, Celendín. *Fiat lux*, 15-21.
https://www.researchgate.net/publication/267154649_El_Bosque_Tropical_Estacionalmente_Seco_del_Maranon_Reserva_Ecologica_Huacaybamba_Cerro_Cedropata_-_Celendin
- Salas, G., & Melo, O. (2000). *Estructura, biodiversidad y dinámica sucesional en los ecosistemas húmedos tropicales del pacífico colombiano*. Fundación Universitaria Manuela Beltrán.
- Sanmartín-Sierra, D. R., Angarita-Hernández, D. F., & Mercado-Gómez, J. (2016). Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia). *Ciencia En Desarrollo*, 7(2), 43.
- Senamhi. (2021). Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional. En A. Castro, C. Davila, L. Wil, F. Cubas, G. Avalos, C. Ocaña, D. Villena, M. Valdez, J. Urbiola, I. Trebejo, L. Menis, & D. Marín (Eds.), *Ministerio del Ambiente* (Vol. 53, Número 9).
- Soler, P. E., Berroterán, J. L., Gil, J. L., & Acosta, R. A. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62, 1-4.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003
- Sonco, R. (2013). *Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región Madidi, La Paz* [Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7924/T.2822.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Swaine, M. D., & Lieberman, D. (1987). The Dynamics of Tree Populations in Tropical Forest. *Journal of Tropical Ecology*, 3(4), 359-366.

- Trejo, I., & Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, *11*, 2063-2048.
- Ulloa-Delgado, G. A. (2016). *Aspectos ecológicos del bosque seco tropical en el Caribe Colombiano*. Tropenbos Internacional Colombia & Fondo Patrimonio Natural.
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/08/1-Aspectos-Ecologicos-BST.pdf>
- Uslar, Y. V, Mostacedo, B., & Saldias, M. (2004). Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, *39*(1), 25-43.
- Vargas, G. (2018). La tropicalidad y el análisis geográfico. *Reflexiones*, *81*(1).
- Vásquez, J. K. (2021). Descripción de la estructura de dos tipos de bosque seco en el ámbito del proyecto de irrigación Olmos - Lambayeque [Universidad Nacional de Cajamarca]. En *Repositorio de la UNC*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4356>
- Villón, C. S. (2017). *Evaluación de la regeneración natural de acerillo *Aspidosperma polyneuron*, Müll. Arg. en los bosques secos de Jaén*. Universidad Nacional de Cajamarca.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Lista de familias y especies registradas en las PPM

N°	FAMILIA	N°	ESPECIE	
1	Achatocarpaceae**	1	<i>Achatocarpus pubescens</i> C.H.Wright	
2	Annonaceae**	1	<i>Annona cherimola</i> Mill.	
3	Apocynaceae	2	<i>Allamanda weberbaueri</i> Markgr.	
		4	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	
4	Bignoniaceae	5	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose.	
		6	<i>Jacaranda acutifolia</i> Bonpl.	
		7	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	
5	Bombacaceae**	8	<i>Pseudobombax cajamarcanus</i> Fern. Alonso	***
6	Boraginaceae	9	<i>Cordia iguaguana</i> Melch.	***
		10	<i>Cordia lutea</i> Lam.	
		11	<i>Cordia saccelia</i> Gottschling & J.S. Mill.	
7	Burseraaceae**	12	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planchon	
8	Cactaceae*	13	<i>Armatocereus rauhii</i> Backeb.	***
		14	<i>Browningia altissima</i> (F. Ritter) Buxb.	***
		15	<i>Browningia pilleifera</i> (F. Ritter) Hutchison.	***
		16	<i>Espostoa blossfeldiorum</i> (Werderm.) Buxb.	***
		17	<i>Espostoa lanata</i> (Kunth) Britton & Rose	
		18	<i>Espostoa mirabilis</i> F. Ritter.	***
		19	<i>Pereskia horrida</i> DC.	***
		20	<i>Praecereus euchlorus</i> (F.A.C. Weber ex K. Schum.) N.P. Taylor	***
9	Capparaceae	21	<i>Capparidastrum</i> sp.	
		22	<i>Capparis</i> sp.	
		23	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	
		24	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	
10	Celastraceae**	25	<i>Maytenus octogona</i> (L'Hér.) DC.	
11	Clusiaceae**	26	<i>Clusia</i> sp.	
12	Erythroxylaceae**	27	<i>Erythroxylum dillonii</i> Plowman ex Jara	
13	Escalloniaceae**	28	<i>Escallonia paniculata</i> (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult.	
14	Euphorbiaceae	29	<i>Cnidioscolus basiacanthus</i> (Pax & K. Hoffm.) J.F. Macbr.	
		30	<i>Croton thurifer</i> Kunth	
		31	<i>Jatropha weberbaueri</i> Pax & K. Hoffm.	***
15	Fabaceae*	32	<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. & Arn.	
		33	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	
		34	<i>Acacia riparia</i> Kunth	
		35	<i>Caesalpinia pluviosa</i> DC.	
		36	<i>Caesalpinia</i> sp.	
		37	<i>Cyathostegia mathewsii</i> (Benth.) Schery	
		38	<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	
		39	<i>Llaguinoa nitida</i> Ruiz & Pav.	

		40	<i>Maraniona lavinii</i> C.E. Hughes, G.P. Lewis, Daza & Reynel. ***
		41	<i>Parkinsonia peruviana</i> C.E. Hughes, Daza & Hawkins ***
		42	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins
		43	<i>Senegalia</i> sp.
		44	<i>Senna mollissima</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby
		45	<i>Vachellia macracantha</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger
16	Lythraceae**	46	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.
17	Malpighiaceae**	47	<i>Malpighiacea</i> sp.
18	Malvaceae	48	<i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P.E. Gibbs & Semir
		49	<i>Eriotheca discolor</i> (Kunth) A. Robyns
		50	<i>Eriotheca peruviana</i> A. Robyns. ***
		51	<i>Eriotheca</i> sp.
		52	<i>Tetrasida chachapoyensis</i> (Baker f.) Fryxell & Fuertes
19	Meliaceae**	53	<i>Cedrela kuelapensis</i> T.D. Penn. & Daza
20	Myrtaceae**	54	<i>Myrtaceae</i>
21	Nyctaginaceae**	55	<i>Guapira</i> sp.
22	Polygonaceae	56	<i>Ruprechtia albida</i> Pendry
		57	<i>Ruprechtia aperta</i> Pendry ***
		58	<i>Ruprechtia</i> sp.
		59	<i>Triplaris</i> sp.
23	Primulaceae**	60	<i>Bonellia mucronata</i> (Roem. & Schult.) B. Ståhl & Källersjö
24	Rhamnaceae**	61	<i>Condalia</i> sp.
25	Rutaceae	62	<i>Esenbeckia cornuta</i> Engl. ***
		63	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.
		64	<i>Zanthoxylum rigidum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
26	Salicaceae**	65	<i>Xylosma</i> sp.
27	Sapindaceae	66	<i>Allophylus</i> sp.
		67	<i>Athyana weinmanniifolia</i> (Griseb.) Radlk.
		68	<i>Sapindaceae</i> sp.
28	Sapotaceae	69	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn
29	Verbenaceae	70	<i>Lippia</i> sp.
		71	<i>Verbenaceae</i> sp.

En el Anexo 3, se observa (*) Familias más representativas, (**) Familias monoespecíficas,

(***) Especies endémicas del Perú

Continua Anexo 2														
<i>Leucaena trichodes</i>	3	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Llagunoa nitida</i>	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Maraniona lavinii</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	30
<i>Parkinsonia peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	14
<i>Parkinsonia praecox</i>	0	0	0	0	11	19	1	3	78	0	9	4	20	145
<i>Senegalia sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Senna mollissima</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Vachellia macracantha</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Lafoensia acuminata</i>	0	0	0	1109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1109
<i>Malpighiacea sp.</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Ceiba insignis</i>	16	9	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
<i>Eriotheca discolor</i>	6	8	0	0	64	2	20	0	0	2	11	0	0	113
<i>Eriotheca peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	5	4	13
<i>Eriotheca sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	135	0	36	0	0	0	171
<i>Tetrasida chachapoyensis</i>	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Cedrela kuelapensis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Myrtaceae</i>	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
<i>Guapira sp.</i>	12	44	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105
<i>Ruprechtia albida</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ruprechtia aperta</i>	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
<i>Ruprechtia sp.</i>	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Triplaris sp.</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Bonellia mucronata</i>	20	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
<i>Condalia sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Esenbeckia cornuta</i>	0	0	655	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	655
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	41	25	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
<i>Xylosma sp.</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Allophylus sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Athyana weinmanniifolia</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Sapindacea sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	7	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Sideroxylon sp.</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Lippia sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Verbenacea sp.</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	493	590	860	1293	433	76	307	169	109	375	210	68	96	5079

Anexo 3. Especies representativas de cada PPM del BES del Maraón y su proporci3n

Parcela	Orden	Especie	%
GOA1	1°	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	30
	2°	<i>Cordia iguaguana</i>	13
	3°	<i>Cynophalla flexuosa</i>	13
GOA2	1°	<i>Cordia iguaguana Melch.</i>	54
	2°	<i>Cynophalla flexuosa</i>	13
	3°	<i>Guapira sp.</i>	7
YHU	1°	<i>Esenbeckia cornuta</i>	76
	2°	<i>Guapira sp.</i>	6
	3°	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	3
CHO	1°	<i>Lafoensia acuminata</i>	86
	2°	<i>Myrtaceae</i>	5
	3°	<i>Jacaranda acutifolia Bonpl.</i>	3
TUL	1°	<i>Browningia pilleifera</i>	68
	2°	<i>Eriotheca discolor</i>	15
	3°	<i>Armatocereus rauhii</i>	6
PIZ	1°	<i>Jatropha weberbaueri</i>	42
	2°	<i>Parkinsonia praecox</i>	25
	3°	<i>Espositoa blossfeldiorum</i>	11
SAU	1°	<i>Browningia pilleifera</i>	78
	2°	<i>Armatocereus rauhii</i>	11
	3°	<i>Eriotheca discolor</i>	7
CRI1	1°	<i>Eriotheca sp.</i>	80
	2°	<i>Jatropha weberbaueri</i>	7
	3°	<i>Espositoa mirabilis</i>	7
CRI2	1°	<i>Parkinsonia praecox</i>	72
	2°	<i>Espositoa mirabilis</i>	26
	3°	<i>Armatocereus rauhii</i>	3
JEC1	1°	<i>Browningia pilleifera</i>	78
	2°	<i>Eriotheca sp.</i>	10
	3°	<i>Maraniona lavinii</i>	7
JEC2	1°	<i>Browningia pilleifera</i>	70
	2°	<i>Espositoa blossfeldiorum</i>	17
	3°	<i>Eriotheca discolor</i>	5
SHI	1°	<i>Browningia pilleifera</i>	49
	2°	<i>Parkinsonia peruviana</i>	21
	3°	<i>Espositoa mirabilis</i>	15
CAL	1°	<i>Browningia pilleifera</i>	33
	2°	<i>Armatocereus rauhii</i>	22
	3°	<i>Parkinsonia praecox</i>	21

Anexo 4. Abundancia de individuos por especie registrada en las PPM

Nº orden	Especie	Nº Ind
1	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	1109
2	<i>Browningia pilleifera</i> (F. Ritter) Hutchison	1050
3	<i>Esenbeckia cornuta</i> Engl.	655
4	<i>Cordia iguaguana</i> Melch.	390
5	<i>Eriotheca</i> sp.	171
6	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	170
7	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	145
8	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	140
9	<i>Eriotheca discolor</i> (Kunth) A. Robyns	113
10	<i>Guapira</i> sp.	105
11	<i>Zanthoxylum rigidum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	96
12	<i>Armatocereus rauhii</i> Backeb.	87
13	<i>Myrtaceae</i>	65
14	<i>Jatropha weberbaueri</i> Pax & K. Hoffm.	57
15	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose.	55
16	<i>Espositoa mirabilis</i> F. Ritter	49
17	<i>Espositoa blossfeldiorum</i> (Werderm.) Buxb.	47
18	<i>Jacaranda acutifolia</i> Bonpl.	45
19	<i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P.E. Gibbs & Semir	42
20	<i>Maraniona lavinii</i> C.E. Hughes, G.P. Lewis, Daza & Reynel	30
21	<i>Ruprechtia aperta</i> Pendry	30
22	<i>Clusia</i> sp.	27
23	<i>Bonellia mucronata</i> (Roem. & Schult.) B. Ståhl & Källersjö	25
24	<i>Cordia saccellia</i> Gottschling & J.S. Mill.	24
25	<i>Capparidastrum</i> sp.	24
26	<i>Maytenus octogona</i> (L'Hér.) DC.	22
27	<i>Cnidocolus basiacanthus</i> (Pax & K. Hoffm.) J.F. Macbr.	22
28	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn	22
29	<i>Espositoa lanata</i> (Kunth) Britton & Rose	19
30	<i>Caesalpinia pluviosa</i> DC.	18
31	<i>Erythroxylum dillonii</i> Plowman ex Jara	15
32	<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	14
33	<i>Llagunoa nitida</i> Ruiz & Pav.	14
34	<i>Parkinsonia peruviana</i> C.E. Hughes, Daza & Hawkins	14
35	<i>Eriotheca peruviana</i> A. Robyns	13
36	<i>Tetrasida chachapoyensis</i> (Baker f.) Fryxell & Fuertes	13
37	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planchon	12
38	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	12
39	<i>Cyathostegia mathewsii</i> (Benth.) Schery	12
40	<i>Annona cherimola</i> Mill.	11
41	<i>Malpighiaceae</i> sp.	10
42	<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. & Arn.	9
43	<i>Capparis</i> sp.	8

Continua Anexo 4

44	<i>Verbenacea</i> sp.	6
45	<i>Allamanda weberbaueri</i> Markgr.	5
46	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	5
47	<i>Browningia altissima</i> (F. Ritter) Buxb.	5
48	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	5
49	<i>Croton thurifer</i> Kunth	4
50	<i>Ruprechtia</i> sp.	4
51	<i>Athyana weinmanniifolia</i> (Griseb.) Radlk.	4
52	<i>Senna mollissima</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	3
53	<i>Vachellia macracantha</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger	3
54	<i>Praecereus euchlorus</i> (F.A.C. Weber ex K. Schum.) N.P. Taylor	2
55	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	2
56	<i>Caesalpinia</i> sp.	2
57	<i>Cedrela kuelapensis</i> T.D. Penn. & Daza	2
58	<i>Triplaris</i> sp.	2
59	<i>Xylosma</i> sp.	2
60	<i>Achatocarpus pubescens</i> C.H.Wright	1
61	<i>Pseudobombax cajamarcanus</i> Fern. Alonso	1
62	<i>Cordia lutea</i> Lam.	1
63	<i>Pereskia horrida</i> DC.	1
64	<i>Escallonia paniculata</i> (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult.	1
65	<i>Acacia riparia</i> Kunth	1
66	<i>Senegalia</i> sp.	1
67	<i>Ruprechtia albida</i> Pendry	1
68	<i>Condalia</i> sp.	1
69	<i>Allophylus</i> sp.	1
70	<i>Sapindacea</i> sp.	1
71	<i>Lippia</i> sp.	1

Anexo 5. Índice de valor de importancia de las especies registradas en las PPM

ESPECIE	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	IVI
<i>Browningia pilleifera</i>	1050.0	0.2	8.0	0.1	16.0	0.3	17.4 %
<i>Lafoensia acuminata</i>	1109.0	0.2	1.0	0.0	6.6	0.1	11.1 %
<i>Esenbeckia cornuta</i>	655.0	0.1	1.0	0.0	4.7	0.1	7.1 %
<i>Eriotheca discolor</i>	113.0	0.0	7.0	0.0	5.7	0.1	5.4 %
<i>Eriotheca</i> sp.	171.0	0.0	2.0	0.0	5.3	0.1	4.4 %
<i>Cordia iguaguana</i>	390.0	0.1	3.0	0.0	1.8	0.0	4.2 %
<i>Parkinsonia praecox</i>	145.0	0.0	8.0	0.1	1.9	0.0	3.8 %
<i>Armatocereus rauhii</i>	87.0	0.0	8.0	0.1	2.1	0.0	3.5 %
<i>Ceiba insignis</i>	42.0	0.0	3.0	0.0	4.5	0.1	3.4 %
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	170.0	0.0	2.0	0.0	2.1	0.0	2.7 %
<i>Guapira</i> sp.	105.0	0.0	3.0	0.0	1.9	0.0	2.4 %
<i>Cynophalla flexuosa</i>	140.0	0.0	2.0	0.0	1.1	0.0	2.0 %
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	96.0	0.0	3.0	0.0	0.6	0.0	1.6 %
<i>Jatropha weberbaueri</i>	57.0	0.0	4.0	0.0	0.1	0.0	1.4 %
<i>Clusia</i> sp.	27.0	0.0	4.0	0.0	0.5	0.0	1.4 %
<i>Jacaranda acutifolia</i>	45.0	0.0	1.0	0.0	1.3	0.0	1.2 %
<i>Eriotheca peruviana</i>	13.0	0.0	3.0	0.0	0.8	0.0	1.2 %
<i>Espostoa mirabilis</i>	49.0	0.0	3.0	0.0	0.2	0.0	1.1 %
<i>Cordia saccellia</i>	24.0	0.0	4.0	0.0	0.1	0.0	1.1 %
<i>Espostoa blossfeldiorum</i>	47.0	0.0	3.0	0.0	0.2	0.0	1.1 %
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	55.0	0.0	2.0	0.0	0.5	0.0	1.1 %
<i>Bonellia mucronata</i>	25.0	0.0	3.0	0.0	0.2	0.0	1.0 %
<i>Acacia aroma</i>	9.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	1.0 %
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	20.0	0.0	3.0	0.0	0.3	0.0	0.9 %
<i>Myrtaceae</i>	65.0	0.0	1.0	0.0	0.5	0.0	0.9 %
<i>Cnidoscolus basiacanthus</i>	22.0	0.0	3.0	0.0	0.1	0.0	0.9 %
<i>Colicodendron scabridum</i>	12.0	0.0	3.0	0.0	0.2	0.0	0.9 %
<i>Leucaena trichodes</i>	14.0	0.0	3.0	0.0	0.1	0.0	0.8 %
<i>Capparidastrum</i> sp.	24.0	0.0	2.0	0.0	0.3	0.0	0.8 %
<i>Maraniona lavinii</i>	30.0	0.0	2.0	0.0	0.1	0.0	0.7 %
<i>Espostoa lanata</i>	19.0	0.0	2.0	0.0	0.1	0.0	0.7 %
<i>Maytenus octogona</i>	22.0	0.0	2.0	0.0	0.1	0.0	0.6 %
<i>Cyathostegia mathewsii</i>	12.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.5 %
<i>Browningia altissima</i>	5.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.5 %
<i>Ruprechtia</i> sp.	4.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.5 %
<i>Ruprechtia aperta</i>	30.0	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	0.5 %
<i>Croton thurifer</i>	4.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.5 %
<i>Caesalpinia</i> sp.	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.5 %
<i>Bursera graveolens</i>	12.0	0.0	1.0	0.0	0.2	0.0	0.4 %
<i>Parkinsonia peruviana</i>	14.0	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	0.4 %
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	18.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.4 %

Continua Anexo 5...							
<i>Erythroxylum dillonii</i>	15.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Llagunoa nitida</i>	14.0	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	0.3 %
<i>Tetrasida chachapoyensis</i>	13.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Capparis</i> sp.	8.0	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	0.3 %
<i>Annona cherimola</i>	11.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Verbenacea</i> sp.	6.0	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	0.3 %
<i>Malpigiacea</i> sp.	10.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Zanthoxylum fagara</i>	5.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Allamanda weberbaueri</i>	5.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Tecoma stans</i>	5.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Athyana weinmanniifolia</i>	4.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Acacia macracantha</i>	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Senna mollissima</i>	3.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Cedrela kuelapensis</i>	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Lippia</i> sp.	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Vachellia macracantha</i>	3.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3 %
<i>Escallonia paniculata</i>	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Senegalia</i> sp.	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Triplaris</i> sp.	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Xylosma</i> sp.	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Praecereus euchlorus</i>	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Allophylus</i> sp.	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Pereskia horrida</i>	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Achatocarpus pubescens</i>	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Sapindacea</i> sp.	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Acacia riparia</i>	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Ruprechtia albida</i>	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Cordia lutea</i>	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %
<i>Condalia</i> sp.	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2 %

En el Anexo 5, se muestra Aa: Abundancia absoluta, Ar: Abundancia relativa, Fa: Frecuencia absoluta, Fr: frecuencia relativa, Da: dominancia absoluta, Dr: Dominancia limpia. IVI: índice de valor de importancia.

Anexo 6. Incremento medio anual por especie en las PPM del BES del Maraón

ESPECIE	GOA1	GOA2	YHU	CHO	TUL	IMA (mm)
<i>Cedrela kuelapensis</i>				7.12		7.12
<i>Erythroxylum sp.</i>	3.99					3.99
<i>Ceiba insignis</i>	4.89	3.73	2.45			3.69
<i>Eriotheca discolor</i>	4.16	2.24			4.35	3.58
<i>Guapira sp.</i>	4.36	3.12	3.25			3.58
<i>Clusia sp.</i>	6.12		0.57	2.46		3.05
<i>Allophylus sp.</i>				3.00		3.00
<i>Cordia iguaguana</i>	2.84	2.51	3.19			2.85
<i>Espostoa blossfeldiorum</i>					2.73	2.73
<i>Parkinsonia praecox</i>					2.68	2.68
<i>Triplaris sp.</i>			2.56			2.56
<i>Browningia pelleifera</i>					2.53	2.53
<i>Espostoa lanata</i>		1.63		3.43		2.53
<i>Sapindaceae</i>				2.50		2.50
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	2.87	2.12				2.50
<i>Armatocereus rauhii</i>					2.44	2.44
<i>Jacaranda acutifolia</i>				2.42		2.42
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	1.72	4.69	0.71			2.37
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3.00	1.59				2.30
<i>Tetrasida chachapoyensis</i>		2.24				2.24
<i>Myrtaceae</i>				2.17		2.17
<i>Leucaena trichodes</i>	2.14	2.83	1.44			2.14
<i>Vachellia macracantha</i>	2.13					2.13
<i>Lafoensia acuminata</i>				2.10		2.10
<i>Zanthoxylum fagara</i>			2.08			2.08
<i>Maytenus octógona</i>	3.10	0.89				2.00
<i>Capparis flexuosa</i>		2.85	1.09			1.97
<i>Colicodendron scabridum</i>					1.94	1.94
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	2.66	1.47	1.56			1.90
<i>Lippia sp.</i>			1.89			1.89
<i>Cnidoscolus sp.</i>					1.88	1.88
<i>Croton thurifer</i>	1.34	2.30				1.82
<i>Praecereus euchlorus</i>	1.81					1.81
<i>Ruprechtia aperta</i>	1.88	1.71				1.80
<i>Annona cherimola</i>				1.79		1.79
<i>Bonellia mucronata</i>	1.48	1.29	2.56			1.78
<i>Tecoma stans</i>				1.74		1.74
<i>Esenbeckia cornuta</i>			1.71			1.71
<i>Bursera graveolens</i>					1.70	1.70

<i>Cynophalla flexuosa</i>	1.78	1.48		1.63
<i>Senna mollissima</i>	1.55			1.55
<i>Escallonia paniculata</i>			1.47	1.47
<i>Maraniona lavinii</i>	1.45			1.45
<i>Allamanda weberbaueri</i>			1.26	1.26
<i>Capparidastrum sp.</i>		1.70	0.58	1.14
<i>Verbenacea</i>			1.13	1.13
<i>Pseudobombax cajamarcanus</i>			1.07	1.07
<i>Ruprechtia albida</i>			1.05	1.05
<i>Achatocarpus pubescens</i>	1.05			1.05
<i>Browningia altissima</i>		1.02		1.02
<i>Llagunoa nítida</i>			0.99	0.99
<i>Cyathostegia mathewsii</i>	0.54	1.39		0.97
<i>Cordia saccellia</i>	1.02	0.67	0.75	0.81
<i>Acacia macracantha</i>			0.62	0.62
<i>Pereskia horrida</i>		0.51		0.51
<i>Xylosma sp.</i>			0.50	0.50

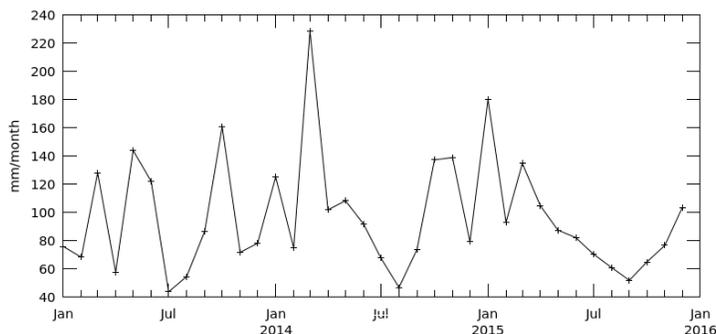
Anexo 7. Comparación de riqueza y tamaño de muestra de diferentes parcelas permanentes

Autor	Localidad	Habitad	Área (ha/parcela)	Nº Parcelas	DAP mínimo (cm)	Nº de especies totales	Nº de árboles/ parcela	Nº especies/ parcela
(Hernandez et al., 2009)	Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica	Bosque seco	1	3	10		555	59
							487	47
							381	40
(Márquez-Salazar et al., 2019)	Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México	Bosque seco	0.1	4	5	92		
(Córdoba, 2015)	Córdoba, Colombia.	Bosque seco	0.1	7	10	45	196	
(Marcelo-Peña & Reynel-Rodríguez, 2014)	Fundo Santa Teresa, Satipo, Junín	Bosque húmedo premontano	1	1	10	102	775	102
(Gálvez, 2013)	Chiquiacc, Huancavelica, Perú	Bosque seco	0.25	4	10	41	1143	
(DeRutté & Reynel, 2016)	Selva Central Distrito de San Ramón, Junín, Perú	Bosque montano nublado	1	1	10	54	447	54
(Fuentes, 2019)	Comunidad campesina de San Gregorio, Cajamarca.	Bosque seco	0.1 (Gentr y 1982)	1	2.5	9	136	9
(Melo et al., 2017)	Municipio de Armero-Guayabal, Tolima, Colombia	Bosque seco	0.25	4	5		1774	18
							928	27
							388	36
							672	48
(Marcelo-Peña et al., 2007)	Jaén Cajamarca, Perú	Bosque estacionalmente seco	0.1 (Gentr y 1982)	4	2.5	52	280	30
							396	25
							257	29
							278	28
(Palqui, 2013)	Reserva Nacional de Tambopata, Madre de Dios, Perú	Bosque húmedo	1	9	10	531	595	166
							658	172
							357	26
							266	138
							526	157
							659	175
							507	148
							512	142
552	129							

Anexo 8. Rangos acumulados de precipitación mensual por parcela en dos periodos: 1° periodo (2013 – 2015) y 2° periodo (2016 – 2019), tomados por el satélite TRMM.

Figura 1. PARCELAS JAEN (GOA1, GOA 2) 1° PERIODO

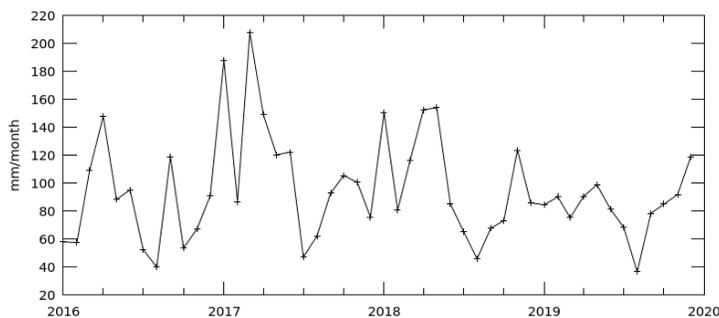
Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2013-Jan - 2015-Dec, Region 77.7571W, 5.6988S, 77.754W, 5.6962S



- The user-selected region was defined by 77.7571W, 5.6988S, 77.754W, 5.6962S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 77.875W, 5.625S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetted granules that went into making this visualization result.

Figura 2. PARCELAS JAEN (GOA1, GOA 2) 2° PERIODO

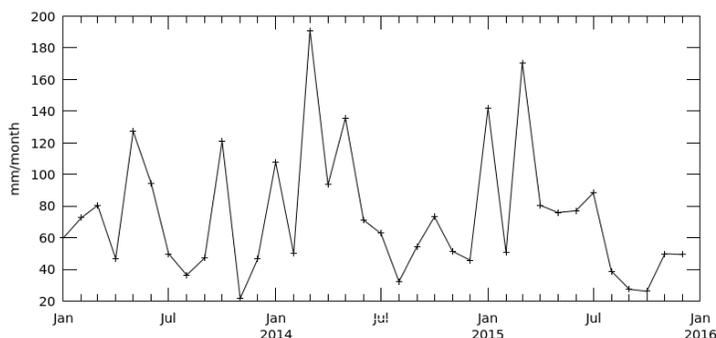
Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2016-Jan - 2019-Dec, Region 77.7571W, 5.6988S, 77.754W, 5.6962S



- The user-selected region was defined by 77.7571W, 5.6988S, 77.754W, 5.6962S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 77.875W, 5.625S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetted granules that went into making this visualization result.

Figura 3. PARCELA JAÉN (YHU) 1° PERIODO

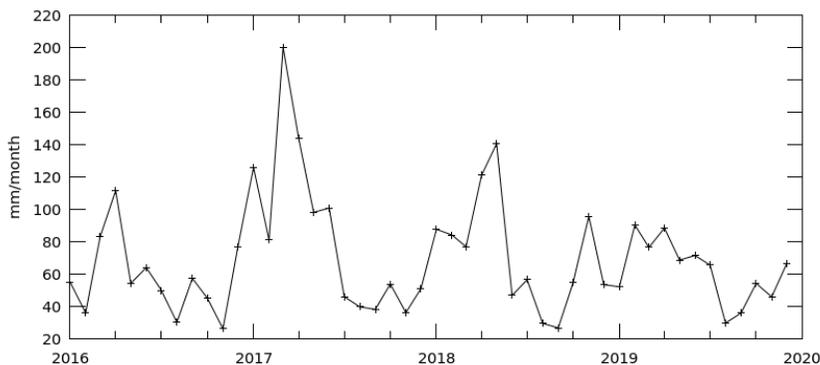
Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2013-Jan - 2015-Dec, Region 78.7902W, 5.6439S, 78.7812W, 5.637S



- The user-selected region was defined by 78.7902W, 5.6439S, 78.7812W, 5.637S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 78.875W, 5.625S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetted granules that went into making this visualization result.

Figura 4. PARCELA JAÉN (YHU) 2° PERIODO

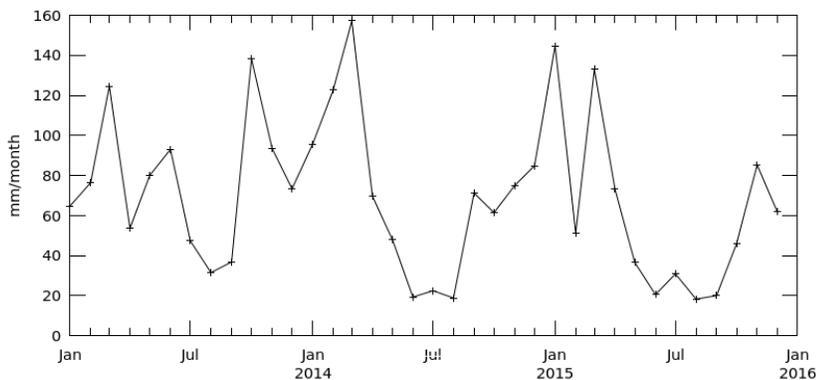
Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2016-Jan - 2019-Dec, Region 78.7902W, 5.6439S, 78.7812W, 5.637S



- The user-selected region was defined by 78.7902W, 5.6439S, 78.7812W, 5.637S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 78.875W, 5.625S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetting granules that went into making this visualization result.

Figura 5. PARCELAS SAN VICENTE (CHO, TUL) 1° PERIODO

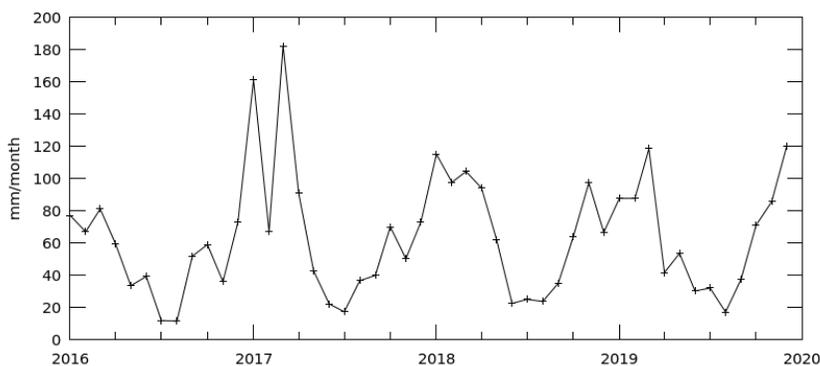
Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2013-Jan - 2015-Dec, Region 77.9016W, 6.9903S, 77.8893W, 6.9793S



- The user-selected region was defined by 77.9016W, 6.9903S, 77.8893W, 6.9793S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 77.875W, 6.875S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetting granules that went into making this visualization result.

Figura 6. PARCELAS SAN VICENTE (CHO, TUL) 2° PERIODO

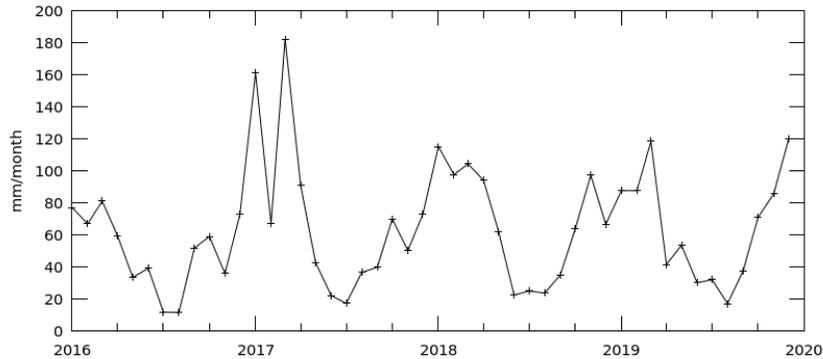
Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2016-Jan - 2019-Dec, Region 77.9016W, 6.9903S, 77.8893W, 6.9793S



- The user-selected region was defined by 77.9016W, 6.9903S, 77.8893W, 6.9793S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 77.875W, 6.875S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetting granules that went into making this visualization result.

Figura 7. PARCELAS BALSAS 2º PERIODO

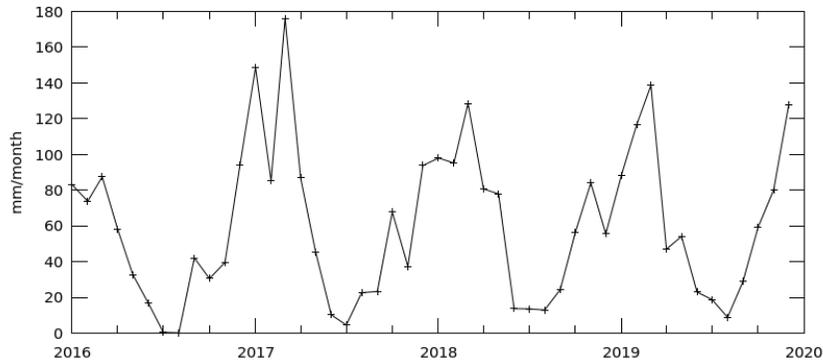
Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2016-Jan - 2019-Dec, Region 77.9992W, 6.8749S, 77.9895W, 6.868S



- The user-selected region was defined by 77.9992W, 6.8749S, 77.9895W, 6.868S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 77.875W, 6.875S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetting granules that went into making this visualization result.

Figura 8. PARCELAS CRISNEJAS 2º PERIODO

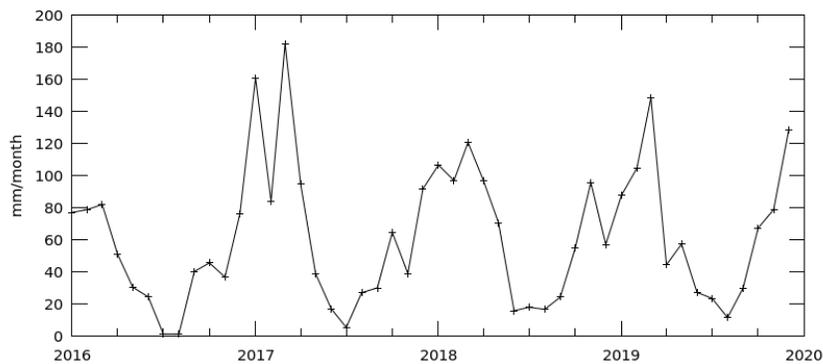
Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2016-Jan - 2019-Dec, Region 77.892W, 7.3543S, 77.8865W, 7.3502S



- The user-selected region was defined by 77.892W, 7.3543S, 77.8865W, 7.3502S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 77.875W, 7.375S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetting granules that went into making this visualization result.

Figura 9. PARCELAS JECUMBUY 2º PERIODO

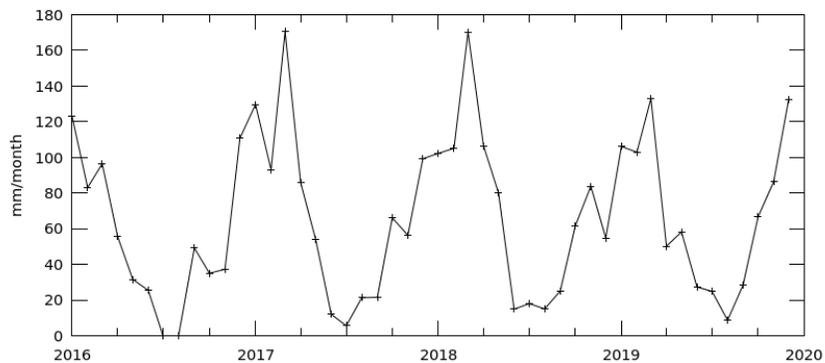
Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2016-Jan - 2019-Dec, Region 77.9003W, 7.1518S, 77.8927W, 7.1476S



- The user-selected region was defined by 77.9003W, 7.1518S, 77.8927W, 7.1476S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 77.875W, 7.125S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetting granules that went into making this visualization result.

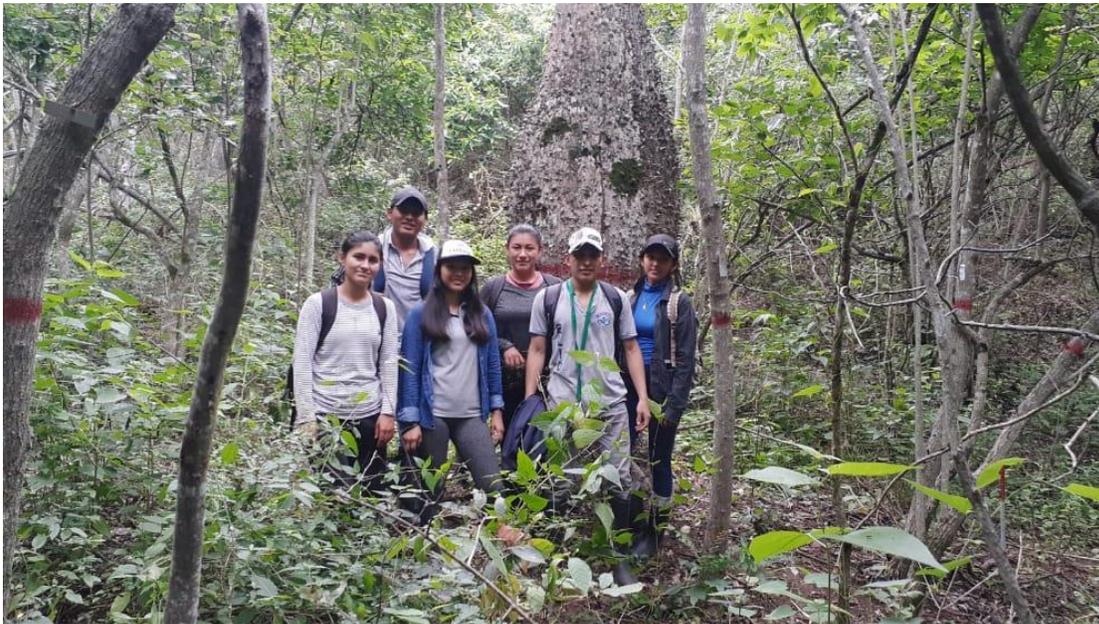
Figura 10. PARCELAS PATAZ 2° PERIODO

Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7] mm/month over 2016-Jan - 2019-Dec, Region 77.6847W, 7.6194S, 77.6716W, 7.5349S



- The user-selected region was defined by 77.6847W, 7.6194S, 77.6716W, 7.5349S. The data grid also limits the analyzable region to the this point: 77.625W, 7.625S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetted granules that went into making this visualization result.

Anexo 9. Panel fotográfico de brigadas de campo desarrollando las actividades de inventario.



Fotografía 1. Brigada de campo iniciando el inventario en a parcelas GOA1



Fotografía 2: Especialista Dr. Marcelo, indicando a la brigada como se realiza el marcado y medición de los árboles en pendiente



Fotografía 3: Muestra de la manera correcta de medición DAP en pendiente.



Fotografía 4: Realizando la medición DAP de un individuo de *Eriotheca discolor*



Fotografía 5: Brigada de campo terminando las actividades en la parcela CRI1



Fotografía 6: En la parcela TUL realizando las coordinaciones para la separación de las brigadas en las subparcelas



Fotografía 7: En la parcela TUL mostrando la dificultad que supone la pendiente al realizar la medición del DAP.



Fotografía 8: Fragmentación del BES por cambio de uso del suelo



Fotografía 9: Diferentes características de frutos del género Eriotheca en la parcela CRI1



Fotografía 8: Condiciones topográficas de la parcela TUL (A la izquierda podemos ver la toma de medidas a *Bursera graveolens* en TUL, puede observarse el tipo de suelo rocoso predominante en esta parcela. A la derecha se muestra el grado de pendiente que tiene TUL

Anexo 10. Formatos de campo DRYFLOR para la caracterización de los individuos de acuerdo a su condición.

Apéndice 1 - Códigos para el Trabajo de Campo y para la Base de Datos – Arboles

FLAG 1: CONDICIÓN DEL ÁRBOL VIVO (Si el árbol está muerto, escriba "0" en esta columna)

a=	Vivo normal, este código no debe utilizarse con otros códigos, a no ser que el árbol sea una recluta o un tallo múltiple.
b=	Vivo, tallo partido y con rebrotes, o por lo menos hay floema/xilema vivo. Anote en la columna de comentarios a qué altura el tronco está partido.
o=	Vivo, inclinado $\geq 10\%$. El código de inclinado no debe ser utilizado con el código de caído 'd'.
d=	Vivo, caído (por ejemplo: sobre el suelo)
e=	Vivo, árbol "acanalado" y/o "fenestrado"
f=	Vivo, tallo hueco
g=	Vivo, tallo podrido
h=	Árbol con tallos múltiples. Cada tallo con más de 99mm de diámetro recibe un número único. Deberá ser siempre acompañado por otro código – por ejm., si un árbol esta partido y con troncos múltiples, utilice 'bh'.
i=	Vivo, sin o con pocas hojas
j=	Vivo, tallo quemado
k=	Vivo, tallo partido <1.3m (por lo tanto, el diámetro a 1.3m es 0 mm)
l=	Vivo, tiene liana ≥ 10 cm de diámetro en el tronco o en la copa del árbol
m=	Cubierto por lianas. Se utiliza cuando al menos el 50% de la copa del árbol está cubierta por lianas, aun cuando ninguna liana individual alcance 10cm de diámetro.
n=	Nuevo recluta. Se utiliza siempre con otro código - por ejm., si el árbol es normal y nuevo, entonces utilice el código 'an'; si el árbol está partido y es un nuevo recluta, el código es 'bn'.
o=	Dañado por un rayo
p=	Cortado
q=	Corteza pelada/suelta, con placas leñosas que se desprenden
s=	Tiene un estrangulador
z=	Vivo, con baja productividad (casi muerto)

Nota: Los códigos de la Condición del Árbol Vivo se pueden utilizar en conjunto en cualquier combinación. La excepción son los códigos: 'a', 'c' y 'd'. Por favor lee las notas cuando utilice estos códigos!

Si es "estrangulador", escriba en la columna de comentarios.

FLAG 2: MUERTE DEL ÁRBOL (Si el árbol está vivo, escriba "1" en esta columna)

Todos los árboles muertos tienen dos o tres códigos con letras.

1. Mecanismo Físico de Mortalidad (¿Cómo murió el árbol?)

a=	Parado, muerto en pie
b=	Quebrado o roto (tronco partido)
c=	Desenraizado (caído desde la raíz)
d=	Muerto en pie o quebrado, probablemente murió en pie (sin desenraizar)
e=	Muerto en pie o quebrado, probablemente murió quebrado (sin desenraizar)
f=	Muerto en pie o quebrado (no desenraizado)
g=	Quebrado o desenraizado, probablemente desenraizado
h=	Quebrado o desenraizado, probablemente quebrado
i=	Quebrado o desenraizado (no en pie)
k=	Desaparecido (localización encontrada, buscamos el árbol, pero no lo encontramos) (= Asumido como muerto (localización del árbol no encontrada, por ejm. por problemas como falta de coordenadas, mapas pobres, etc.)
m=	No se sabe cómo

2. Número de Árboles en el Evento de Mortalidad

p=	Murió solo
q=	Murió en un evento de muertes múltiples
r=	No se sabe

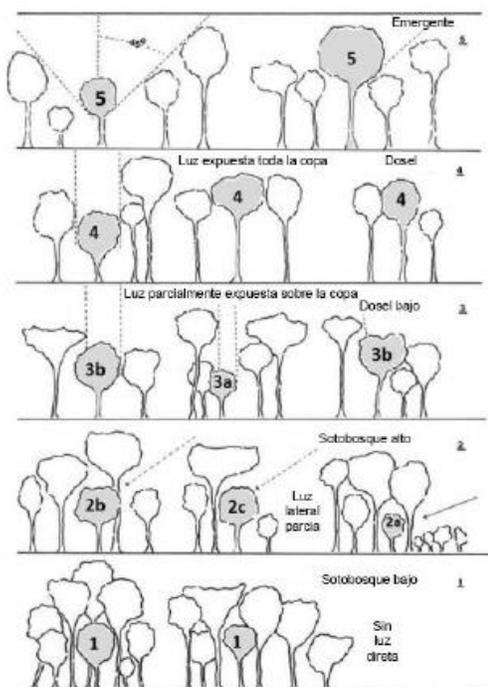
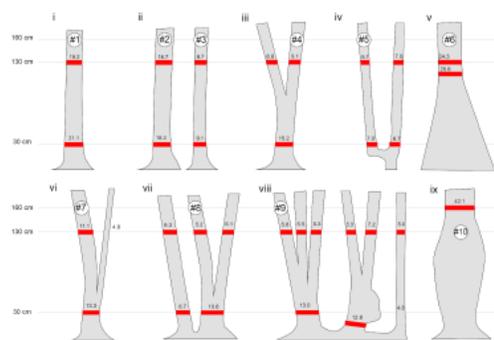


Figura tomada de Synnott, T.J. (1979). Synnott, T.J. (1979). A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. Tropical Forestry Papers no. 14. 67pp. Department of Forestry Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, UK. ISBN:0 85074 031 2. ISSN:0141-9666.

Apéndice 6 - Árboles complejos



Código del árbol		Medidas de los árboles complejos (diámetro de la copa)													Especie del árbol			
Nº	Altura	Tronco	Diámetro	Diámetro	Diámetro	Diámetro												
1	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
3	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
4	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
5	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
6	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
7	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
8	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
9	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
10	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2

Ejemplos de árboles complejos y su correspondiente hoja de campo diligenciada

Anexo 11. Autorización para uso de datos de los inventarios del 2013 y 2018.

1/8/23, 20:39

Correo de Universidad Nacional de Cajamarca - AUTORIZACION PARA USO DE METADATOS



Karim Rocio Lopez Fernandez <klopezf15@uno.edu.pe>

AUTORIZACION PARA USO DE METADATOS

2 mensajes

Karim Rocio Lopez Fernandez <klopezf15@uno.edu.pe>
 Para: José Luis Marcelo Peña <jose_marcelo@unj.edu.pe>

25 de julio de 2023, 22:00

Estimado Dr. Marcelo Peña

La presente es para saludarlo y al mismo tiempo hacer de conocimiento que, yo, Karim Rocio López Fernández con apoyo del equipo técnico del Proyecto Prociencia N°147-2020, estamos realizando una investigación de pregrado titulada "*Diversidad, composición florística, estructura y dinámica de los bosques estacionalmente secos del valle del Marañón, Perú*", donde uno de los objetivos busca obtener datos de reclutamiento, mortalidad y crecimiento diamétrico de los árboles del bosque estacionalmente seco del valle del Marañón, de aproximadamente los últimos 10 años, para este fin es necesario contar con datos de censos o inventarios realizados en periodos anteriores al 2021.

En este contexto, entendemos que es Investigador Principal y Líder de campo en parcelas permanentes de monitoreo instaladas en el año 2013 y 2018 en los bosques estacionalmente secos del norte del Perú, contenidos en la base de datos de FlorestPlots.net, por lo que solicito nos permita hacer uso de los **datos de censo múltiple** y **metadatos de parcelas** en los siguientes códigos:

GOA-01

GOA-02

YHU

CHO

TUL

Le agradecería se tome un tiempo para confirmar si está de acuerdo que sus datos se utilicen para este trabajo de investigación.

Sin más, le expreso mi respeto y admiración por su labor

José Luis Marcelo Peña <jose_marcelo@unj.edu.pe>
 Para: Karim Rocio Lopez Fernandez <klopezf15@uno.edu.pe>

31 de julio de 2023, 8:36

Hola buenos días.

Puede usar los datos de las parcelas solicitadas.

Seguimos en contacto

📧 texto citado está oculto

--



José Luis Marcelo Peña, Dr.
 Universidad Nacional de Jaén
 e-mail: jose_marcelo@unj.edu.pe

https://d7vltae.concytec.gob.pe/sppDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=2281
<https://www.researchgate.net/profile/José-Luis-Marcelo-Peña>

