

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



“RASGOS FUNCIONALES DE LAS ESPECIES FORESTALES
ABUNDANTES DE LOS BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DEL
VALLE DEL RÍO TAMBO, SATIPO - PERÚ”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

RONALD OMAR GUEVARA JUAREZ

ASESOR

ING. M. SC. LUIS DÁVILA ESTELA

JAÉN – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- Investigador:
RONALD OMAR GUEVARA JUAREZ
DNI: 72805267
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
- Asesor:
ING. M. SC. LUIS DÁVILA ESTELA
Facultad/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
- Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:
RASGOS FUNCIONALES DE LAS ESPECIES FORESTALES ABUNDANTES DE LOS BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DEL VALLE DEL RÍO TAMBO, SATIPO – PERÚ.
- Fecha de evaluación: 09/09/2023
- Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud: 4 %
- Código Documento: oid: D173640782
- Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 14/08/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

_____ Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela DNI: 26684487



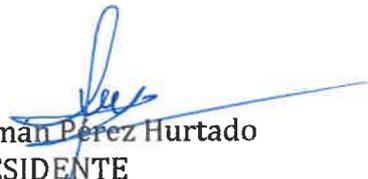
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, el día **primero** del mes de **marzo** del año dos mil veinticuatro, 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°013- 2024-FCA-UNC , de fecha 15 de enero del 2024, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: "**RASGOS FUNCIONALES DE LAS ESPECIES FORESTALES ABUNDANTES DE LOS BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DEL VALLE DEL RÍO TAMBO, SATIPO - PERÚ**", ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales, **Don RONALD OMAR GUEVARA JUAREZ**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

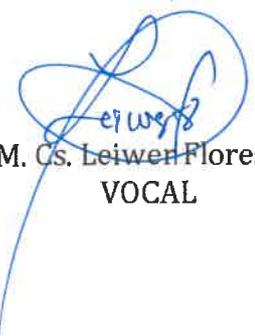
A las **dieciocho** horas y **quince** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido 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 **quince (15)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

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

Jaén, 01 de marzo de 2024.


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
SECRETARIO


Ing. M. Cs. Leiven Flores Flores
VOCAL


Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por proveerme fortaleza y oportunidades todos los días de mi vida.

*A mis queridos padres,
Rodimiro Guevara Fernández
Gines Verónica Juárez Vincés.*

A mis hermanos,

A mis sobrinos,

A mi prima Eileen,

A mi compañera de vida, Ingrid Magaly,

A mi gran amigo y hermano, Victor Manuel.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el constante apoyo durante todos los meses de escribir y ejecutar esta investigación, a Ingrid Magaly, por creer en mí, por su incommensurable amor, paciencia, ánimo y motivación a no rendirme en este camino profesional.

Al Dr. José Luis Marcelo-Peña, director del Herbario Isidoro Sánchez Vega de la Universidad Nacional de Jaén, por su confianza y apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos, Anghie Suarez, Robert Zurita, Andres Juarez y al Ing. Jordan Romero, por su colaboración en la obtención del material botánico durante la fase de campo en selva central. Al Ing. Rolando Montenegro, por su bondadosa orientación en la ejecución de este trabajo final.

A la Mg. Sc. Sonia Palacios Ramos y la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), por patrocinar esta investigación, abrirme las puertas de su herbario, facilitarme datos indispensables en la elaboración de esta tesis y por acoger a más profesionales indistintamente de la institución de procedencia.

En el marco del contrato N°. 068-2021 FONDECYT, al financiamiento otorgado por CONCYTEC para el proyecto “Influencia de los cambios ambientales en la composición florística y funcional de los bosques montanos y premontanos de la Selva Central Peruana”.

A los docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal, Filial Jaén, por ilustrarnos en cada clase desde el inicio hasta el fin de ciclo profesional.

Al Mg. Sc. Ing. Luis Dávila, asesor de esta tesis, por su gran compromiso de orientación y valioso aporte en este trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. Antecedentes de la investigación.....	13
2.2. Bases teóricas.....	16
2.2.1. Bosques Estacionalmente Secos (BES).....	16
2.2.2. Rasgos funcionales.....	17
2.2.3. Estrategias de las plantas.....	20
2.2.4. Variabilidad de las características de las hojas.....	20
2.3. Definición de términos básicos.....	21
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	23
3.1. Localización de la investigación.....	23
3.1.1. Tipo y diseño de la investigación.....	25
3.1.2. Unidad de análisis.....	25
3.1.3. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.1.4. Validación y prueba de confiabilidad de los instrumentos.....	26
3.1.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	26
3.2. Materiales y procedimiento.....	29
3.2.1. Materiales.....	29

3.2.2. Procedimiento.....	29
3.2.2.1. Recopilación de datos.....	29
a. Selección de especies.....	29
b. Obtención de las muestras	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Resultados	36
4.1.1. Selección de las especies forestales abundantes.....	36
1. <i>Alseis peruviana</i> Standl.....	37
2. <i>Aspidosperma</i> sp.....	38
3. <i>Trichilia reynelii</i> T.D. Penn.	39
4. <i>Trichilia clausenii</i> C. DC.....	40
5. <i>Trichilia adolfi</i> Harms.....	41
6. <i>Capparidastrium petiolare</i> (Kunth) Hutch.....	42
7. <i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	43
8. <i>Pentaplaris davidsmithii</i> Dorr & C. Bayer.....	44
9. <i>Simira macrocrater</i> (K. Schum.) Steyerm.	45
10. <i>Calyptranthes</i> sp.....	46
11. Myrtaceae indeterminada	47
4.1.2. Rasgos funcionales de los árboles	48
a) Área foliar.....	48
b) Área foliar específica.....	50
c) Contenido foliar de materia seca	51
d) Espesor de hoja.....	52
e) Densidad de la madera.....	56
4.1.3. Composición funcional de especies-rasgos.....	59

4.2. Discusión.....	61
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1. Conclusiones	67
5.2. Recomendaciones.....	68
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CAPÍTULO VII. ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la densidad de la madera.....	20
Tabla 2. Materiales, instrumentos y equipos usados para la recolección y procesamiento de datos	29
Tabla 3. Datos estadísticos del rasgo funcional Área foliar (cm ²).....	48
Tabla 4. Datos estadísticos del rasgo funcional contenido foliar de materia seca (mg/g).....	51
Tabla 5. Datos estadísticos del rasgo funcional espesor de hoja (mm)	53
Tabla 6. Promedio de las especies agrupadas por familia	55
Tabla 7. Datos estadísticos del rasgo funcional densidad de la madera (g/cm ³).....	57
Tabla 8. Clasificación de las especies según su densidad Básica (g/cm ³).....	58
Tabla 9. Comparación de los valores de área foliar específica promedio para las mismas especies	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.....	23
Figura 2. Procesamiento y gráfica de resultados mediante el uso de códigos en el software R Studio.....	28
Figura 3. Revisión de las ramitas terminales libre de ataques de hongos e insectos.....	31
Figura 4. Selección de hojas maduras y visiblemente sanas	31
Figura 5. Digitalización de las hojas mediante el uso de un escáner y una escala de medida .	32
Figura 6. Medición de área foliar en hojas simples con el software ImageJ.....	32
Figura 7. Sometiendo las muestras al secado por calor en la estufa.....	33
Figura 8. Registro de datos de peso seco después de retirar las muestras de la estufa en el laboratorio	33
Figura 9. Resgistro de datos de peso fresco en campo mediante el uso de balanza de precisión	34
Figura 10. Segmentos de la ramita para obtener muestras de densidad de la madera.....	35
Figura 11. Obtención del volumen al sumergir la muestra apoyada por un punzón.....	35
Figura 12. Espécimen de <i>Alseis peruviana</i> Standl. colectado en el Valle del Río Tambo.....	37
Figura 13. Espécimen de <i>Aspidosperma</i> sp. colectado en el Valle del Río Tambo	38
Figura 14. Espécimen de <i>Trichilia reynelii</i> T.D. Penn. colectado en el Valle del Río Tambo	39
Figura 15. Espécimen de <i>Trichilia clausenii</i> C. DC. colectado en el Valle del Río Tambo ..	40
Figura 16. Espécimen de <i>Trichilia adolfi</i> Harms colectado en el Valle del Río Tambo.....	41
Figura 17. Espécimen de <i>Capparidastrum petiolare</i> (Kunth) Hutch. colectado en el Valle del Río Tambo.....	42

Figura 18. Espécimen de <i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg. colectado en el Valle del Río Tambo.....	43
Figura 19. Espécimen de <i>Pentaplaris davidsmithii</i> Dorr & C. Bayer colectado en el Valle del Río Tambo.....	44
Figura 20. Espécimen de <i>Simira macrocrater</i> (K. Schum.) Steyerm. colectado en el Valle del Río Tambo.....	45
Figura 21. Espécimen de <i>Calyptranthes</i> sp. colectado en el Valle del Río Tambo	46
Figura 22. Espécimen de Myrtaceae no identificada colectada en el Valle del Río Tambo	47
Figura 23. Orden descendente de las especies con mayor área foliar (cm ²)	49
Figura 24. Orden descendente de las especies con mayor área foliar específica (g/cm ²)	50
Figura 25. Orden descendente de las especies con mayor contenido foliar de materia seca (mg/g)	52
Figura 26. Orden descendente de las especies con mayor espesor de hoja (mm).	54
Figura 27. Pérdida de fragmentos en las hojas causados por la herbivoría de los depredadores	56
Figura 28. Orden descendente de las especies con mayor densidad de la madera (g/cm ³).....	59
Figura 29. Análisis de componentes principales entre las variables evaluadas	60
Figura 30. Análisis de componentes principales entre las variables y especies evaluadas	61

RESUMEN

Los Bosques Estacionalmente Secos (BES) del Valle del Río Tambo, Satipo – Junín, son escasamente abordados en investigación, debido a esto, el principal objetivo de este trabajo fue construir una base de información sobre rasgos funcionales de especies forestales en la zona de selva central. Se seleccionaron cinco rasgos funcionales mediante métodos no destructivos que son económicos y fáciles de medir de once especies con mayor abundancia en la localidad de Puerto Prado. Las especies con valores más altos en área foliar fueron *Simira macrocrater* y *Alseis peruviana*; en área foliar específica destacaron *Aspidosperma* sp., *Alseis peruviana* y *Simira macrocrater*, mientras que, en contenido foliar de materia seca, *Calypttranthes* sp; dos especies de Myrtaceae presentaron la mayor densidad básica; y, *Trichilia clausenii* obtuvo el menor espesor foliar del estudio. Los datos obtenidos en la presente investigación, permitirán ampliar la base de información de plataformas de rasgos funcionales en línea y, además, sienta las bases para realizar futuras investigaciones en los procesos ecológicos y la adaptación de las especies en un ecosistema fundamental para la biodiversidad.

Palabras claves: Rasgos funcionales, bosques estacionalmente secos, Valle del Tambo, ecología.

ABSTRACT

The Seasonally Dry Forests (BES) of the Tambo River Valley, Satipo – Junín, are scarcely addressed in research, due to this, the main objective of this work was to build an information base on functional traits of forest species in the selva area central. Five functional traits were selected using non-destructive methods that are economical and easy to measure from eleven species with the highest abundance in the Puerto Prado locality. The species with the highest values in leaf area were *Simira macrocrater* and *Alseis peruviana*; In specific leaf area, *Aspidosperma* sp., *Alseis peruviana* and *Simira macrocrater* stood out, while, in dry matter leaf content, *Calyptrocalyx* sp; two species of Myrtaceae presented the highest basic density; and, *Trichilia clausenii* obtained the lowest leaf thickness in the study. The data obtained in this research will allow us to expand the information base of online functional trait platforms and, in addition, lays the foundations for future research into ecological processes and the adaptation of species in an ecosystem that is fundamental for biodiversity.

Keywords: Functional traits, seasonally dry forests, Tambo Valley, ecology.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los rasgos funcionales son caracteres morfológicos, anatómicos, fisiológicos o fenológicos medidos a nivel individual (Violle et al., 2007) que contribuyen a comprender las dinámicas ecológicas de las diferentes especies que componen los ecosistemas (Chave et al., 2006); sin embargo, en los bosques tropicales, las investigaciones han estado orientadas a conocer la diversidad, composición florística, la estructura y dinámica del bosque (Pinto et al., 2018) y se ha negligenciado la dimensión funcional que aporta información de la respuesta de las especies al estrés o a las perturbaciones ambientales (Díaz et al., 2013).

Los Bosques Estacionalmente Secos (BES) son regiones libres de heladas con precipitaciones que fluctúan entre 100 y 1800 mm al año, experimentan períodos húmedos y también de varios meses de sequía, la vegetación es generalmente caducifolia (Lugo y Murphy, 1986; Pennington et al., 2009). En el Perú los BES constituyen un conjunto de ecosistemas que incluyen tres grandes grupos florísticos: bosques costeros, interandinos y orientales que ocupan una superficie terrestre de 4 025 338.3 ha, equivalente al 3.11 % del territorio nacional (Linares-Palomino et al., 2022).

El BES del Valle de Río Tambo, se encuentra dentro de los BES orientales del centro del Perú (Linares-Palomino et al., 2022) y se carece de información. La investigación más completa existente hasta la fecha es la de Marcelo-Peña (2017), quién reportó para la zona 397 especies, 219 géneros y 62 familias, de este último ítem, destacan las Leguminosae, Myrtaceae, Moraceae, Euphorbiaceae y Malvaceae, las cinco familias con mayor riqueza de especies. Desafortunadamente, la desinformación en la zona del valor que representan estas especies, pone en riesgo el endemismo de flora y fauna existente debido a la destrucción de este bioma por la conversión de uso de suelos utilizados para actividades agrícolas por su naturaleza fértil (Marcelo-Peña, 2008), y los cambios en estos bosques se verán reflejados aun si son a pequeña

escala (Dale et al., 2001). Para evaluar estos cambios se estudian los rasgos funcionales en las plantas que cada vez más, toma mayor importancia (Kröber et al., 2012), ya que están asociados con las estrategias adaptativas de las plantas para responder al clima, los recursos del suelo, las perturbaciones (por ejemplo, la competencia y los cambios en el uso de la tierra) (de Oliveira et al., 2020).

Enfocando los estudios a nivel local, este tema ha sido escasamente abordado en los bosques del Perú, los más resaltantes son los realizados por Zelada y Reynel (2019) en la gradiente del bosque montano húmedo de selva central, quienes registraron un aumento del Área Foliar Específica a medida que aumenta la altitud. A pesar que existen plataformas de libre acceso como Plant Trait Database o Wood Density Database proporcionando información de data numérica de los rasgos funcionales de las especies, esta es aún limitada, hecho que lleva a plantear el principal objetivo de este trabajo, evaluar los rasgos funcionales de las especies forestales abundantes de los Bosques estacionalmente secos del Valle del Río Tambo, además, considerar tres objetivos específicos: 1) seleccionar las especies abundantes establecidas en las Parcelas Permanentes de Muestreo del Bosque Estacionalmente Seco del Valle del Río Tambo; 2) identificar y seleccionar rasgos funcionales de los árboles y 3) identificar la composición funcional BES del Valle del Río Tambo a nivel de sus rasgos vegetativos.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Vigil (2017) estudió las características funcionales de dos especies de arbustos de la familia Capparaceae en el Bosque Seco norperuano en la región de Tumbes con la finalidad de comparar las respuestas funcionales a las condiciones de estrés hídrico durante dos temporadas (húmeda y seca). Fueron seleccionados cuatro sitios (distanciados entre 2-5km) donde los arbustos de *Beautempsia avicenniifolia* y *Capparcordis crotonoides* se encontraban presentes. Se encontró que el Área Foliar Específica (AFE), aumentó positivamente en relación a la creciente de elevación, así por ejemplo, a 6 m s.n.m., registró AFE de 56 cm²/g, mientras que a 49 m s. n. m. obtuvo un AFE de 61 cm²/g, además de esto, registró diferencias significativas de AFE en temporada húmeda (abril) promedio de 58 cm²/g, frente a la temporada seca (julio) promedio de 40 cm²/g, estos hallazgos demuestran que las especies responden con una reducción importante de su AFE en la época de mayor restricción hídrica, generalmente especies con hojas más delgadas que almacenan una menor cantidad de humedad en sus hojas durante la temporada seca.

Montes-Pulido et al. (2017) investigaron los Tipos Funcionales de Plantas (TFP) a partir de rasgos asociados a carbono en el bosque seco con la finalidad de determinar el TFP que mejor predice el carbono almacenado en biomasa aérea, a través de sus rasgos funcionales foliares, realizado en cinco parcelas de 1 ha cada una en la gradiente del bosque seco del Caribe colombiano que va desde los 2 a 800 m s. n. m., obteniendo valores promedio de rasgos funcionales altos para área foliar específica (229,4 cm²/g), y bajo contenido foliar de materia seca -CFMS- (0,38 mg/g).

Thomas et al. (2017) efectuaron una investigación basada en la importancia de la selección de especies en la restauración forestal considerando la evaluación de cuatro rasgos

funcionales en un BES al norte del caribe colombiano, mediante la selección de cuatro individuos por especie en seis especies, recolectaron 10 hojas maduras por individuo de la parte media y ápice de la copa de los árboles para medir el área foliar mediante imágenes escaneadas y procesadas en programa ImageJ, pesadas en fresco y seco, después secarlas en el horno por 48 horas y la densidad de la madera con la extracción de tarugos de 5 cm con un barrero de Pressler desde la base del tronco, los resultados promedio obtenidos en este ecosistema para área foliar ($198,38 \text{ cm}^2$), área foliar específica ($380,45 \text{ cm}^2/\text{g}$), contenido foliar de materia seca ($0,53 \text{ mg/g}$) y una densidad de la madera ($0,52 \text{ g/cm}^3$).

Silva et al. (2018) analizaron el grosor de hoja de los árboles de un BES del Parque Nacional Mata Seca (Minas Gerais, Brasil), seleccionaron diez individuos por cada seis especies más abundantes con hojas maduras en la zona de estudio, donde obtuvieron un espesor foliar promedio de 0,16 mm.

Bermeo, 2010 citado por Zelada y Reynel (2019), calcularon que los valores promedio bajos de área foliar y de área foliar específica $-326,14 \text{ cm}^2$ y $129,80 \text{ cm}^2/\text{g}$, respectivamente se dan en especies arbóreas tropicales conforme aumenta la altitud debido a la modulación de sus hojas al estar en climas más hostiles (p. 133).

Kattge et al. (2019), con el aporte de decenas de científicos y sus esfuerzos en ciencia de todo el mundo, con el objetivo de aportar a los información a los investigadores, publicaron una base de datos abierta de los diversos rasgos funcionales de plantas, en las que incluyen géneros y especies de Bosque Estacionalmente Seco, que son de utilidad, sin embargo, pese a los esfuerzos que realizan los científicos, aún existen limitaciones de información, por esta razón, Baez et al. (2022) presentaron FunAndes, una base más amplia y con muchas más especies (Anexo 1).

Da Silva et al. (2020), analizaron la densidad básica de la madera de 695 especies forestales en la amazonia oriental del estado de Pará en Brasil, logrando obtener promedios $0,62$

g/cm³ y 0,61 g/cm³. Dentro de la cantidad de especies estudiadas por estos investigadores, se hallaron *Aspidosperma rigidum* (0,69 g/cm³), *Trichilia micrantha* (0,64 g/cm³), *Trichilia surumuensis* (0,67 g/cm³), *Trichilia quadrijuga* (0,69 g/cm³), *Trichilia septentrionalis* (0,77 g/cm³), *Trichilia lecointei* (0,9 g/cm³) y especies de la familia Myrtaceae que obtuvieron valores similares (0,8 g/cm³).

De Oliveira et al. (2020) muestrearon 113 sitios en la gradiente de un BES de la Caatinga – Brasil con la finalidad de evaluar el impacto de la aridez en las especies más abundantes mostradas a través de sus rasgos funcionales, donde los resultados reportaron un AFE elevada (160 cm²/g) y valores promedio de espesor de hojas (0,8 mm), además, que las especies desarrollaron estrategias de tolerancia a la sequía, además que, este ecosistema sustituye a las especies perennifolias por otras con hojas semi-caducifolias aportando nutrientes al suelo por la caída de la hojarasca.

Faccion et al. (2021) evaluaron la recuperación funcional del BES del Parque Nacional Mata Seca (Minas Gerais, Brasil), comparando variaciones en los rasgos funcionales de las plantas a lo largo de un gradiente sucesional, utilizaron muestras de cinco hojas por individuo – tres individuos por especie, incluyendo el raquis de las hojas, estas fueron fotografiadas sobre un fondo blanco asociada a una escala en centímetros para determinar el área foliar utilizando el software ImageJ, y para obtener el AFE, las muestras fueron sometidas a la estufa durante 48 horas a 70°, y posteriormente pesadas en la balanza analítica para obtener peso seco, los resultados mostraron valores promedio altos para área foliar específica (229,4 cm²/g), y bajo contenido foliar de materia seca -CFMS- (0,38 mg/g), indicando que las plantas invierten en rasgos conservadores en etapas tempranas e intermedias, mientras que los rasgos adquisitivos predominan en etapa de sucesión tardía, adicionalmente, la variabilidad intraespecífica en los rasgos de las hojas es relativamente baja (hasta 2,8 %) en comparación con las interespecíficas,

sugiriendo que los individuos de la misma especie tienen una menor capacidad de adaptarse a diferentes condiciones ambientales debido a la baja plasticidad fenotípica.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Bosques Estacionalmente Secos (BES)

Linares-Palomino (2004a), manifestaba la existencia de diversas definiciones de bosque seco realizadas por cada país desde México hasta Argentina, difiriendo entre ellas. Pennington et al. (2009), definieron al Bosque Estacionalmente seco en regiones libres de heladas donde la precipitación es menor que 1800 mm año, con un período de al menos 5-6 meses recibiendo menos de 100 mm, la vegetación es mayoritariamente caducifolia, y las especies espinosas y suculentas suelen ser comunes especialmente en las formaciones más secas; finalmente, provee un dato interesante describiendo que las especies que habitan los bosques estacionalmente secos son de menor estatura y área basal que en los bosques tropicales húmedos.

Linares-Palomino et al. (2022) describen que el Ministerio del Ambiente reconoce cinco tipos de BES en el Perú (Llanura, Ribereño, Interandino, Colina, Montaña y Oriental) que ocupan una superficie terrestre de 4 025 338,3 ha, equivalente al 3,11 % del territorio nacional. Estos autores, también re-definieron las tres subunidades principales para los BES del Perú (diferenciadas antes por Linares-Palomino, 2004b): Bosques estacionalmente secos costeros, Bosques estacionalmente secos Interandinos y Bosques estacionalmente secos Orientales, cada uno con subgrupos, y en este último set, incluye a los BES orientales del centro en Satipo (Junín) en la parte superior del valle del río Tambo.

Los BES del Valle del Río Tambo, han sido caracterizados por su diversidad, composición florística y estructura (Marcelo-Peña, 2017). “En la zona se han reportado 397 especies de plantas leñosas pertenecientes a 219 géneros y 62 familias, sin embargo, de total registrado, 84 especies fueron representados por apenas uno o dos ejemplares” (Marcelo-Peña, 2017, p.74).

En los estudios florísticos de las parcelas permanentes de Río Tambo son abundantes *Pentaplaris davidsmithii*, *Cavanillesia umbellata* Ruiz & Pav., *Casearia gossypiosperma* Briq., *Myrcia splendens*, *Ceiba insignis* (Kunth) P.E.Gibbs & Semir, *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll.Arg., *Machaerium acutifolium* Vogel y *Luehea grandiflora* Mart. *Trichilia reynelii* T.D. Penn. fue reportada solo para el Valle del Río Tambo, siendo su mayor amenaza la agricultura, esta carencia de conocimiento por especies endémicas puede estar ligada a la falta de difusión en el Valle (Marcelo-Peña 2017; Linares-Palomino et al., 2022).

2.2.2. Rasgos funcionales

Los caracteres funcionales son atributos (fisiológicos, fenológicos, morfológicos) que proporcionan información sobre la función que realiza una especie en un ecosistema y su respuesta a un factor ambiental dado (Pérez-Harguindeguy et al., 2013, p. 2).

Los rasgos de hojas habitualmente estudiados son: área foliar, área foliar específica, contenido de materia seca, fuerza tensil, contenido de nitrógeno y contenido de fósforo; en tanto que para los rasgos del tallo son: densidad básica de madera y altura máxima del árbol (Violle et al., 2007).

De la Riva et al. (2014) indican que, las especies con valores más altos de área foliar específica (AFE) están asociadas a estrategias más adquisitivas, mientras que especies con mayor contenido en materia seca o densidad se suelen asociar a estrategias más conservativas en el uso de recursos.

2.2.2.1. Rasgos adquisitivos.

Las características funcionales adquisitivas son obtenidas a expensas de grandes pérdidas de recursos debido a las altas tasas metabólicas, una mayor susceptibilidad a la herbivoría y una vida corta (Weemstra et al., 2016).

2.2.2.2. Rasgos de conservación

Las hojas con rasgos de conservación están previstas para el almacenamiento de recursos a largo plazo al tener altas densidades de tejido y bajas tasas de respiración. Estos rasgos mejoran su vida útil, pero disminuyen su eficiencia de interceptación de luz y sus tasas fotosintéticas (Weemstra et al., 2016).

2.2.2.3. Rasgos funcionales asociados a las hojas

a) Área foliar específica (AFE)

El AFE o SLA (por sus siglas en inglés) es el área de una hoja fresca dividida por su peso seco (Pérez-Harguindeguy et al., 2013). Este carácter funcional es una de las principales variables que limitan el desarrollo de las plantas al promover cambios en la relación del área foliar y en la eficiencia fotosintética en el uso de nitrógeno (N) (Pérez Amaro et al., 2004).

b) Área foliar (AF)

El área de una hoja, también llamada área foliar (AF) es la métrica más común para analizar tamaño de hoja y, se define como el área proyectada de una cara de la hoja individual, expresada en mm^2 (Pérez-Harguindeguy et al., 2013). Zelada (2018) refiere que, este carácter funcional influye en la producción de materia seca y que, además, está relacionada con la superficie de la hoja.

c) Contenido de materia seca foliar (CMSF)

Es el peso seco foliar (mg) obtenido después de secar el material en estufa, dividido por el peso de hoja fresca saturada de agua (g). Está generalmente expresado en unidades de mg/g (Pérez-Harguindeguy et al., 2013).

Está negativamente correlacionado con la tasa de crecimiento potencial y positivamente correlacionado con la vida útil de la hoja. Las láminas con un CFMS alto tienden a ser relativamente duraderas y, por lo tanto, más resistentes a los peligros físicos (ej. de herbivoría, viento, granizo) que las láminas con un CFMS bajo (Cornelissen et al., 2003).

d) Espesor foliar (EF)

El espesor foliar (EF; o Lth por sus siglas en inglés); medido en μm o mm) es uno de los componentes del área foliar específica; además, es un rasgo determinante de la resistencia física de las hojas (ej. el esfuerzo para romper una hoja) (Pérez-Harguindeguy et al., 2013).

La exposición de las hojas a la radiación solar es un factor que tiene mucha influencia en el grosor de la lámina, es así que, pueden variar incluso en un mismo individuo si se recogen hojas ubicadas en el exterior de la copa que en el centro del dosel, las primeras expuestas a más radiación solar que las estas últimas. Tanto dentro como entre especies, el parámetro anatómico que explica mejor la variación en el espesor foliar es el número y el espesor de capas de tejido del mesófilo. Como consecuencia de esto, el espesor foliar es un determinante fundamental del contenido de N foliar por unidad de superficie de hoja (Pérez-Harguindeguy et al., 2013).

2.2.2.4. Rasgos funcionales asociados a las ramas

e) Densidad básica de la madera (DM)

Chave et al. (2006) describen a la densidad de la madera como una variable importante en los programas de estimación de carbono de los bosques tropicales primarios y secundarios. También es el mejor descriptor individual de la madera: se correlaciona con numerosas propiedades morfológicas, mecánicas, fisiológicas y ecológicas. Para Núñez (2007), la densidad de madera es un parámetro muy usado por su sencillez y por ser un buen indicador de su calidad.

Da Silva et al. (2015) señala que, varios investigadores clasificaron a la densidad de la madera en tres niveles (Tabla 1).

Tabla 1

Clasificación de la densidad de la madera

Densidad básica de la madera (g/cm ³)	Clasificación
Baja	Menor de 0,550
Media	0,550 – 0,720
Alta	Mayor de 0,720

Melo et al. (1990); Vale et al. (2002, 2005); Coradin et al. (2010) y Silveira et al. (2013)

2.2.3. Estrategias de las plantas

De Holanda (2018) refiere que, todas las especies necesitan de los mismos recursos: agua, luz y nutrientes; sin embargo, la disponibilidad excesiva o indisponibilidad de algún recurso limitaría el desarrollo de ese individuo o especie dentro de la comunidad biológica, conmutando respuestas para la supervivencia. En este contexto, Westoby (2007) indica que, las plantas a través de las estrategias ecológicas pretenden expresar la variedad de formas de vida que tienen las distintas especies.

Las especies de estrategias adquisitivas se caracterizan por presentar tasas de crecimiento relativamente rápida (Thiffault et al., 2006), adquisición rápida de recursos, y rasgos asociados a una alta AFE, bajo CFMS, hojas grandes, delgadas, suaves, ricas en nutrientes altos contenidos de N foliar y baja densidad de madera, elementos clave de un síndrome adquisitivo de uso, retención y liberación de recursos (Bermeo, 2010). Las especies que presentan estrategias de conservación son de sucesión tardía y crecimiento lento (Thiffault, et al., 2006), poseen AFE baja, alta DM, hojas duras y pequeñas y bajo contenido de nutrientes (Bermeo, 2010). Además, ambas especies con rasgos de conservación como adquisitivas pueden coexistir en el mismo sitio, mostrando nichos similares a procesos de cambios en el ambiente y perturbación (Bermeo, 2010).

2.2.4. Variabilidad de las características de las hojas

Gianoli y Valladares (2012) argumentan que, las plantas responden a las variaciones ambientales a través de ajustes (respuesta ecológica) o adaptaciones (respuesta evolutiva). En

ese contexto, De Holanda (2018) describe que, de las características funcionales de los diferentes órganos de las plantas, la hoja es el órgano más variable debido a que su morfología y fisiología están fuertemente influenciadas por factores ambientales, especialmente el área foliar, el contenido de materia seca de la hoja y el área foliar específica.

“Las características de las hojas se consideran importantes para maximizar el crecimiento de las plantas bajo diferentes condiciones de luz, las cuales están directamente relacionadas con la capacidad fotosintética y el balance de carbono de la planta” (De Holanda, 2018, p. 27).

2.3. Definición de términos básicos

Bosque estacionalmente seco

Ecosistema con periodos extensos de baja precipitación (menos de 100 mm), donde los árboles son mayormente caducifolios (Pennington et al., 2009, p. 438).

Plantas caducifolias

Son plantas que tienen hojas caducas, es decir, que se caen según clima en el invierno o en la estación seca (Innovación forestal, s.f.)

Plantas perennifolias

Son plantas que tienen una alta capacidad para mantener sus órganos vegetativos aun en condiciones de estrés en alguna temporada del año (Sánchez-Pérez et al., 2011, p. 64).

Endemismo

Especie de distribución geográfica restringida o poco extensa, con frecuencia confinada a un país o a un accidente geográfico concreto, como una isla o archipiélago, una península, una montaña o cordillera, etc. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2002).

Composición funcional

Se puede comprender como la integración de diversos caracteres vegetativos en un ecosistema en un determinado tiempo y lugar, los cuales se denominan atributos funcionales y son muchos, por mencionar algunos, tales como la densidad de madera (DM), área foliar (AF), área foliar específica (AFE), altura del árbol, están ligados al objetivo de estudio y pueden ser medidos para obtener respuestas de las variaciones ambientales a lo largo del tiempo (De Holanda, 2018, p. 20).

Abundancia relativa

Se refiere a la proporción que representan los individuos de una especie particular respecto al total de individuos de la comunidad. $p_i = N_i / \sum N_i$. El patrón de abundancia relativa de una comunidad se muestra gráficamente ordenando las especies de mayor a menor según el número de individuos (Universidad de Buenos Aires [UBA], 2016, p. 4).

Rasgos funcionales

La aptitud de un individuo está influenciada por características morfológicas, fisiológicas o fenológicas mensurables, que se conocen como rasgos funcionales. (Tavera-Carreño et al., 2019, p. 32).

CAPÍTULO III

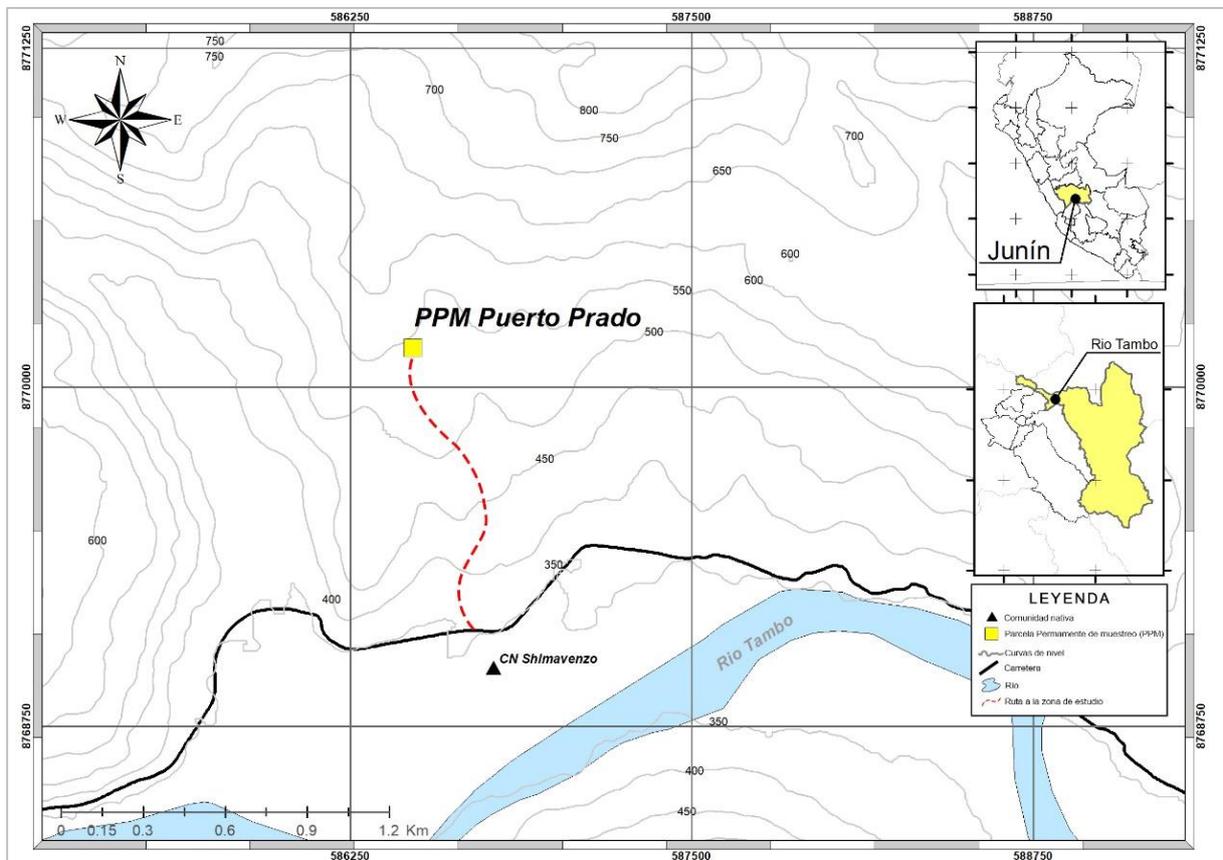
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en los Bosques Estacionalmente Secos de selva central, en la Parcela Permanente de Puerto Prado (585610 E; 8772104 N), instalada en el año 2012 por el Herbario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), situada en las localidades Puerto Prado – Shimabenzo, distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, región Junín (Figura 1).

Figura 1

Ubicación de la zona de estudio



Accesibilidad

Para llegar hasta la localidad del estudio, la ruta tiene un tiempo aproximado de 10 horas, por vía terrestre asfaltado desde Lima, pasando por La Merced – Satipo hasta llegar a Mazamari, de ese último hasta la localidad de Puerto Prado, la vía es encalaminada con un tiempo aproximado de 2 horas adicionales, que además, es la zona comercial más aproximada a lugar de estudio y conveniente para hospedarse. Para llegar a la parcela de evaluación, se toma un mototaxi hasta el puente Shimabenzo y luego se realiza una caminata de 30 minutos aproximadamente.

Fisiografía

El Valle del Río Tambo se encuentra en una zona montañas bajas de laderas empinadas (Vargas y Escobedo, 2008) a altitudes que oscilan entre 340 y 540 m s.n.m.

Hidrografía

El distrito recibe este nombre debido a que está encuentra al margen del Valle del Río Tambo, un río de corta longitud que integra el tramo superior tanto del río Ucayali como del río Amazonas. El río Tambo tiene su origen en la unión de los ríos Ene y Perené y desemboca finalmente en el río Urubamba (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2019).

Vegetación

La flora presenta tres estratos de especies arbóreas. En el estrato superior, se observan árboles dispersos que pueden alcanzar alturas de hasta 30 m. El estrato medio comprende árboles que oscilan entre los 10 y 20 m de altura, y finalmente, en el estrato inferior, encontramos árboles con alturas inferiores a los 10 m (Marcelo-Peña, 2017).

Ecología

La temperatura media anual fluctúa en 21.18 °C – 33.09 °C y la precipitación anual es de 1031 mm (SENHAMI, c2023).

3.1.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación

Se trata de una investigación básica, debido a que los datos obtenidos sirven de bases teóricas para futuras investigaciones, de alcance exploratorio y descriptivo por ser un tema poco abordado y por medir y especificar propiedades y características de un grupo o comunidad.

Diseño de investigación:

Tiene un enfoque no experimental transversal por su naturaleza de obtener datos en un único momento.

3.1.2. Unidad de análisis

Población

La metodología de la población se centró en las especies más abundantes en una parcela permanente de muestreo (PPM) de 0,5 hectáreas que alberga a árboles forestales del Bosque Estacionalmente Seco de Río Tambo en selva central.

Muestra

Para la evaluación de los rasgos foliares, se consideró seleccionar 05 individuos de cada especie y 10 hojas por cada individuo para obtener un análisis detallado de los estadísticos básicos relacionados a las características foliares. En cuanto al rasgo funcional de densidad de la madera, se seleccionaron 2 ramitas por individuo y un individuo por especie.

3.1.3. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuentes

El inventario de una parcela de 0,5 ha de especies forestales de Bosque Estacionalmente Seco (BES) del distrito de Río Tambo en selva central proporcionado por el herbario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) fue la principal fuente de información previo a realizar el trabajo de campo.

Técnicas

De las especies más abundantes existentes en el Bosque Estacionalmente Seco (BES) de Río Tambo en selva central, se recolectaron hojas simples y compuestas, maduras y vigorosas, de preferencia hojas totalmente expandidas y endurecidas y sin signos de ataque por hongos o insectos, y para las ramitas, se seleccionaron segmentos de 2 cm de diámetro y 5 cm de longitud, como lo sugiere el Nuevo manual para la medición estandarizada de caracteres funcionales de plantas de Pérez-Harguindeguy et al. (2013).

Instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de los datos en campo de las muestras foliares y ramitas, se emplearon instrumentos que sean confiables, seguras y brinden precisión de las mediciones, siendo estas, una balanza analítica de al menos tres (03) decimales, bolsas ziploc de selladura hermética, un escáner con resolución mínima de 150 dpi y una escala de referencia, tijeras de podar de mano, un vernier milimétrico, un micrómetro que brinda mediciones detalladas en mm.

3.1.4. Validación y prueba de confiabilidad de los instrumentos

En este trabajo de investigación, se utilizaron instrumentos y técnicas validadas por Pérez-Harguindeguy et al. (2013) en su Manual de medición de caracteres funcionales de plantas, en los de Vigil (2015), Montes-Pulido (2017) y Zelada y Reynel (2019), y por los instrumentos usados para los estudios de Valencia y Vargas (1997) y Chave et al. (2006) para obtener la densidad básica de la madera, entre otros investigadores aplicados en estudios similares. La aplicación de estos instrumentos no solo garantiza la calidad de los datos recopilados, sino que también proporciona información útil para la obtención de resultados y el análisis de la discusión.

3.1.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La información recopilada en la fase de campo y laboratorio fue digitalizada, creando una base de datos en el software Microsoft office Excel conteniendo los siguientes campos:

N°	Familia	Especie	Árbol	N° de hoja	Espesor 1	Espesor 2	Espesor promedio	Peso húmedo	Peso seco	Área Foliar (AF)	Área Foliar Específica (AFE)
----	---------	---------	-------	------------	-----------	-----------	------------------	-------------	-----------	------------------	------------------------------

Contenido Foliar de Materia Seca (CFMS)	Volumen ramita 1	Volumen ramita 2	Volumen promedio	Peso seco ramita 1	Peso seco ramita 2	Peso seco promedio	Densidad de la madera
---	------------------	------------------	------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-----------------------

Se obtuvieron datos de área foliar (cm^2), área foliar específica (cm^2/g), contenido foliar de materia seca (mg/g), densidad de la madera (g/cm^3) y espesor foliar (mm).

Los datos registrados durante la fase de campo, se digitalizaron a una hoja de cálculo Excel en formato “.xlsx”, importante para ser leídos por el siguiente programa de procesamiento. Se efectuó la revisión de los datos correctamente escritos (sin espacios y sin mayúsculas), luego, limpieza de los mismos, a través de la lectura e imputación de datos faltantes o posiblemente errados que podrían distorsionar los resultados.

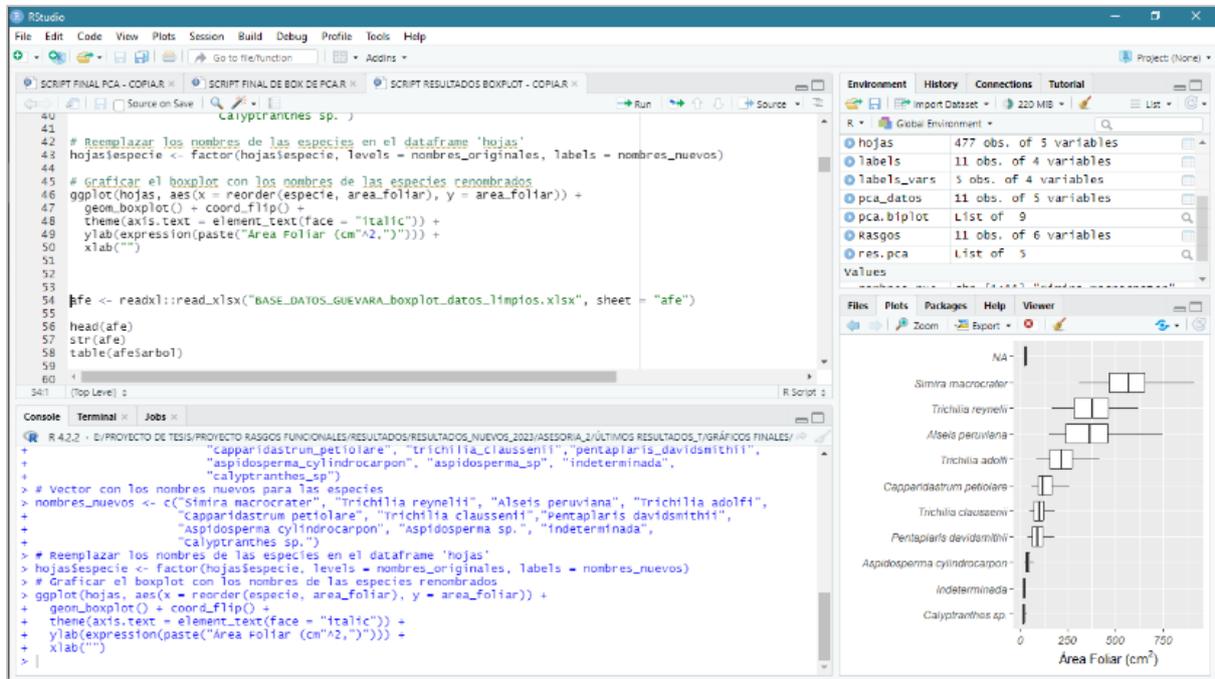
La información fue clasificada por rasgo con su correspondiente unidad de medida, posteriormente, se calcularon los estadísticos de promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, rangos de mínimo y máximo de cada rasgo funcional mostrados en tablas y gráficos de Boxplot en orden descendente, que facilitan la interpretación de la similaridad, la variabilidad, la comparación y la tendencia interespecífica, además

Se utilizó un gráfico Biplot de Análisis de Componentes Principales (ACP), que se encuentra dividido en dos ejes (Dimensión 1 y 2), que permite asociar la correlación entre variables y entre especies – variables, ayudando a tener una comprensión más profunda de la influencia de los rasgos en las especies, los patrones de las especies en este ecosistema y probar la coexistencia las especies adquisitivas y de conservación ampliando los objetivos de esta investigación.

El cálculo de todos los estadísticos y los gráficos fueron realizados con el software de libre acceso “R Studio (4.0.2)” (R Core Team, 2020) (Figura 2).

Figura 2

Procesamiento y gráfica de resultados mediante el uso de códigos en el software R Studio



3.1.6. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación contiene información verás, siguiendo el protocolo de Pérez-Harguindeguy et al. (2013), necesario para la obtención y análisis de los resultados. Se ha dado el crédito correspondiente a cada autor de donde se recogieron los fragmentos descritos en los antecedentes, bases teóricas, figuras y/o tablas. Se considerado minuciosamente indagar y recoger información de fuentes confiables, y de autores con respaldo científico. Los resultados obtenidos son inéditos y fiables para ser usados como base en otras investigaciones.

3.2. Materiales y procedimiento

3.2.1. Materiales

Tabla 2

Materiales, instrumentos y equipos usados para la recolección y procesamiento de datos

Campo:					
Tijeras de podar	Bolsas plásticas grandes	Plumones indelebles	Lapiceros y lápices	Libreta de campo	Cinta flagging tape
Tijeras telescópicas	Escaladores	Cinta métrica	Periódico	Sacos de polietileno	Alcohol
Prensa botánica	Machete	Paja rafia	GPS	Escáner	Micrómetro
Laboratorio:					
Soporte universal	Pinzas	Punzón	Vaso precipitado 500 ml	Placas de aluminio	Estufa
Gabinete:					
Software ArcGis	Software Microsoft Excel	Software R Studio	Software Image J	Balanza de precisión	Bolsas de papel

3.2.2. Procedimiento

3.2.2.1. Recopilación de datos

a. Selección de especies

El Herbario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) proporcionó en un archivo de hoja de cálculo (.xlsx) la información del último inventario de la Parcela Permanente de Monitoreo (PPM) de 0,5 ha que tiene instalada en la localidad de Puerto Prado desde hace algunos años. Posteriormente, siguiendo la metodología propuesta por Pérez-Harguindeguy et al. (2013), se seleccionaron las especies más abundantes que representan más del 80 % de la abundancia relativa acumulada. En ese contexto, de acuerdo a la metodología

antes mencionada, fueron elegidos 11 especies y 5 individuos por especie, teniendo un total de 55 árboles electos para el trabajo de campo.

b. Obtención de las muestras

Los individuos seleccionados fueron árboles visiblemente saludables y lo suficientemente adultos para reproducirse. El detalle de la medición de los cinco rasgos funcionales seleccionados asociados a la copa de los árboles siguió la metodología propuesta por Pérez-Harguindeguy et al. (2013), que se detallan a continuación:

- **Área foliar, área foliar específica, contenido foliar de materia seca y espesor foliar**

Se recolectaron ramitas con la presencia de hojas relativamente jóvenes, bien expandidas y endurecidas, sin signos de ataque de herbívoros o patógenos, todas obtenidas en la zona externa de la copa con mayor incidencia de iluminación (Cornelissen, 2003; Pérez-Harguindeguy et al., 2013). Las ramitas colectadas se guardaron en bolsas ziploc añadiendo agua por el período aproximado de ocho horas para mantener turgentes las hojas. Se seleccionaron las 10 mejores hojas (simples o compuestas incluyendo el peciolo) por individuo con las características mencionadas en las primeras líneas (Figuras 3 y 4).

Figura 3

Revisión de las ramitas terminales libre de ataques de hongos e insectos



Figura 4

Selección de hojas maduras y visiblemente sanas



El área foliar se obtuvo escaneando las unidades de hojas con una medida de referencia y procesándolas en el Software libre ImageJ (Figuras 4 y 5).

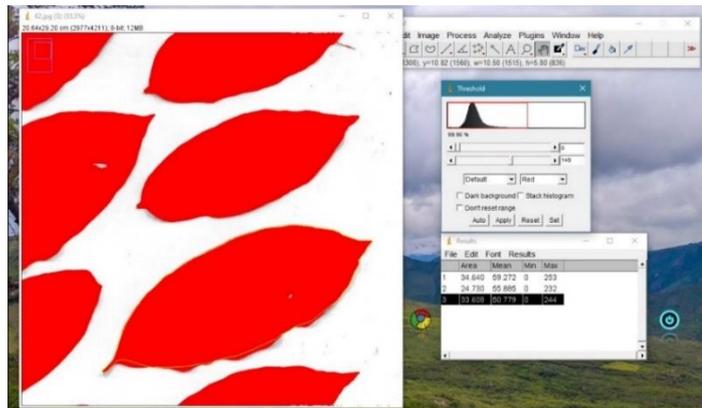
Figura 5

Digitalización de las hojas mediante el uso de un escáner y una escala de medida



Figura 6

Medición de área foliar en hojas simples con el software ImageJ



Para la obtención del área foliar específica, se aplicó la fórmula propuesta por Pérez-Harguindeguy et al. (2013), donde el peso seco se obtuvo en una balanza analítica con precisión de tres decimales, después de someter las muestras a la estufa por 24 horas a 90 °C.

$$\text{Área foliar Específica} = \frac{\text{Área foliar (cm}^2\text{)}}{\text{Peso seco (g)}}$$

Figura 7

Sometiendo las muestras al secado por calor en la estufa



Figura 8

Registro de datos de peso seco después de retirar las muestras de la estufa en el laboratorio



Para el contenido foliar de materia seca las muestras en fresco fueron pesadas en campo y su resultado se dividió entre el peso seco ya obtenido.

$$CFMS = \frac{\text{Peso fresco (g)}}{\text{Peso seco (g)}}$$

Figura 9

Registro de datos de peso fresco en campo mediante el uso de balanza de precisión



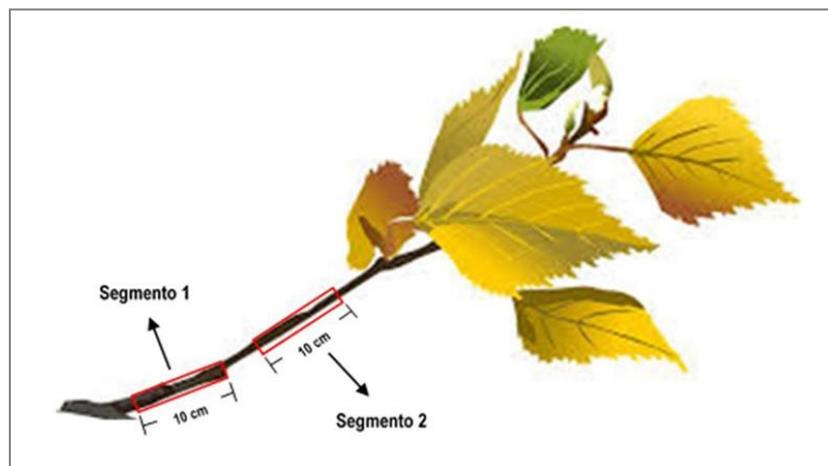
- **Densidad básica de la madera**

Las ramitas seleccionadas para obtener la medición de densidad básica de la madera (g/cm^3) fueron cortadas en dos segmentos de cinco cm de longitud (Figura 4). Luego fueron saturadas durante 24 horas en agua e inmediatamente después de retirarlas, se obtuvo el volumen usando el método del desplazamiento de agua (Chave et al., 2006) (Figura 5). Enseguida, las muestras fueron colocadas al horno secador a una temperatura de 100°C durante 4 días, posteriormente fueron pesadas en una balanza analítica, finalmente el resultado se obtuvo aplicado la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad de la madera} = \frac{\text{Peso seco (g)}}{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}$$

Figura 10

Segmentos de la ramita para obtener muestras de densidad de la madera



Adaptado de Zelada y Reynel (2019)

Figura 11

Obtención del volumen al sumergir la muestra apoyada por un punzón



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Selección de las especies forestales abundantes

En el Bosque Estacionalmente Seco del Valle del Río Tambo, en Satipo se seleccionaron las 11 especies más abundantes tomando como fuente primaria de información la recopilación de datos, recogida en un inventario de la Universidad Nacional Agraria La Molina, que corresponden a 6 familias y se describen a continuación:

1. *Alseis peruviana* Standl.

Familia: Rubiaceae

Árbol de 15 – 20 m de altura y 15 – 30 cm de diámetro. Ramita terminal de sección cuadrangular, densamente pubescentes. Hojas simples, opuestas, decusadas, de 21 – 37 cm de largo de largo y 7 – 18 cm de ancho, el peciolo de 3 cm de longitud, láminas oblanceoladas, ápice agudo y acuminado, base atenuada, nervadura pinnada, con 12 – 15 pares de nervios secundarios, con densa pubescencia en el envés. (Marcelo-Peña, 2017, p. 466).

Figura 12

Espécimen de Alseis peruviana Standl. colectado en el Valle del Río Tambo



2. *Aspidosperma* sp.

Familia: Apocynaceae

Árbol de 15 a 30 m de altura y fuste fenestrado de 10-30 cm de diámetro. Ramita terminal cilíndrica, de color marrón claro, gruesas, con pequeñas lenticelas blanquecinas. Hojas simples, alternas en espiral, de 7,5-10 cm de largo y de 3,5-4 cm de ancho, pecíolo de 1,7 mm de longitud, láminas oblongas, el ápice agudo, cortamente acuminado, la base atenuada, el borde entero, las láminas con 10-12 pares de nervios secundarios, eucamptódromos, las hojas glabrescentes.

Figura 13

Espécimen de Aspidosperma sp. colectado en el Valle del Río Tambo



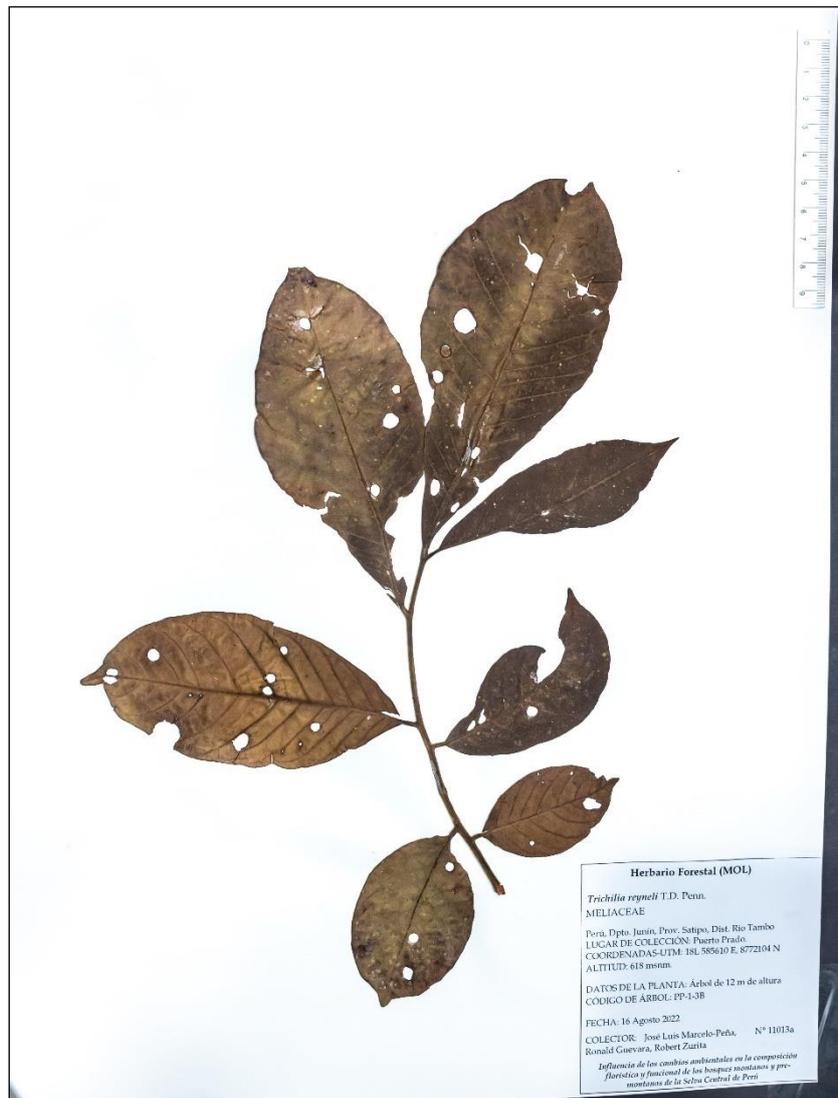
3. *Trichilia reynelii* T.D. Penn.

Familia: Meliaceae

Árbol de 4 – 6 m de altura total y diámetro de 11 a 12 cm. Ramita terminal fistulosa y densamente pubescente, color verde muy oscuro. Hojas compuestas pinnadas, de 6 – 7 foliolos opuestas o alternas, elípticos a oblanceolados, de 12 – 22 cm de largo y de 6 a 8 cm de ancho, con ápice acuminado, base aguda a estrechamente acuminada, borde entero, lámina pubescente de 16 – 18 pares de nervios secundarios, venación eucamptódroma, a veces broquidódroma.

Figura 14

Espécimen de Trichilia reynelii T.D. Penn. colectado en el Valle del Río Tambo



4. *Trichilia clausenii* C. DC.

Familia: Meliaceae

Árbol perennifolio que crece entre 9 – 12 m de altura y de 10 – 20 cm de diámetro, corteza grisácea con manchas blanquecinas. Ramita terminal cilíndrica y con lenticelas, color gris pardo. Hojas compuestas trifoliadas, alternas y dispuestas en espiral, las hojas poseen 3 foliolos falcados de 9,5 – 12,5 de largo y 2,5 – 3,5 de ancho, el peciolo de 1 a 2,6 cm de largo, con base y ápice acuminado, borde entero, nervación eucamptódroma, a veces broquidódroma, con 14 – 17 pares de nervios secundarios, láminas glabras.

Figura 15

Espécimen de Trichilia clausenii C. DC. colectado en el Valle del Río Tambo



5. *Trichilia adolfi* Harms

Familia: Meliaceae

Árbol de 7 – 15 m de altura y de 11 a 31 cm de diámetro. Ramita terminal cilíndrica y con lenticelas, color marrón oscuro. Hojas compuestas, imparipinnadas, de 3 – 5 foliolos alternos, peciolo de 0,5 – 370 mm de largo, láminas elípticas o lanceoladas, de 8 – 20 cm de largo y de 5 a 10 cm de ancho, ápice acuminado o ligeramente agudo, base obtusa, el borde entero, con 9-14 pares de nervios secundarios, con venas secundarias convergentes y arqueadas.

Figura 16

Espécimen de Trichilia adolfi Harms colectado en el Valle del Río Tambo



6. *Capparidastrum petiolare* (Kunth) Hutch.

Familia: Capparaceae

Arbusto de 6 – 8 m de altura y de 12 a 30 cm de diámetro. Ramita terminal cilíndrica, glabra y de color verde amarillento. Hojas simples, alternas en espiral, de 10 – 18 cm de largo y 6,5 – 10 cm de ancho, el peciolo de diferentes longitudes, lámina, el ápice, base obtusa, borde entero, las láminas con 6 – 8 pares de nervios secundarios eucamptódromos planos o prominulos en ambas caras.

Figura 17

Especimen de Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch. colectado en el Valle del Río Tambo



7. *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll. Arg.

Familia: Apocynaceae

Árbol caducifolio de 10 a 30 m de altura y fuste cilíndrico de 50 a 70 cm de diámetro. Ramita terminal de color marrón oscuro. Hojas simples, alternas en espiral, de 8 – 10 cm de largo y de 5 a 6 cm de ancho, peciolo de 5 – 7 mm de longitud, láminas elípticas, el ápice acuminado a obtuso, la base obtusa, el borde entero, las láminas con 10 – 16 pares de nervios secundarios, eucamptódromos, las hojas glabrescentes.

Figura 18

*Especimen de *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll. Arg. colectado en el Valle del Río*

Tambo



8. *Pentaplaris davidsmithii* Dorr & C. Bayer

Familia: Malvaceae

Árbol de 15 – 30 m de altura y 30 – 100 cm de diámetro, con ramas ascendentes y copa globosa, base del tallo con contrafuertes de hasta 1,5 m de altura, corteza exterior lisa, gris pálido. Ramita terminal de sección circular, lenticulares, glabro. Hojas simples, dispuestas en varios planos, base cordada, borde entero, venación palmeada, con 3 nervios desde la base, glabras en la superficie externa y con densa pubescencia en los nervios de la superficie interna (Marcelo-Peña, 2017, p. 422).

Figura 19

Especimen de Pentaplaris davidsmithii Dorr & C. Bayer colectado en el Valle del Río Tambo



9. *Simira macrocrater* (K. Schum.) Steyererm.

Familia: Rubiaceae

Árbol de 8 – 20 m de altura y 8 – 20 cm de diámetro, corteza exterior ligeramente fisurada de color marrón, corteza interior con dos capas demarcadas, la corteza más externa de color marrón anaranjado y la más interna de color naranja pálido. Ramita terminal con sección cuadrangular, glabra. Hojas simples, opuestas y decusadas, elíptico, ápice agudo-acuminado, base redonda a obtusa, margen entero a sinuoso, venas pinnadas (Marcelo-Peña, 2017, p. 471).

Figura 20

Especimen de Simira macrocrater (K. Schum.) Steyererm. colectado en el Valle del Río Tambo



10. *Calyptranthes* sp.

Familia: Myrtaceae

Arbusto de 9 – 12 m de altura, corteza externa lisa y con presencia de ritidoma papiráceo color anaranjado, de 12 – 24 cm de diámetro. Ramita terminal cilíndrica, color gris. Hojas simples, opuestas, de 5 – 6 cm de largo y de 2,5 a 3,5 cm de ancho, el peciolo de 5 a 6 mm de longitud, láminas oblanceoladas, el ápice obtuso, la base acuminada, borde crenado, las láminas con 10 pares de nervios secundarios, venación broquidódroma.

Figura 21

Especimen de Calyptranthes sp. colectado en el Valle del Río Tambo



11. Myrtaceae indeterminada

Familia: Myrtaceae

Arbusto de 5 – 9 m de altura, de 10 – 40 cm de diámetro. Ramita terminal cuadrangular con estrías, de color gris amarillento. Hojas simples, opuestas, de 6 – 8 cm de largo y de 3 a 4,5 cm de ancho, pecíolo de 3 – 4 mm de longitud, láminas elípticas, ápice acuminado, base cuneada, el borde entero, las láminas con 10 – 12 pares de nervios secundarios, broquidódromos con venas submarginales.

Figura 22

Espécimen de Myrtaceae no identificada colectada en el Valle del Río Tambo



4.1.2. Rasgos funcionales de los árboles

a) Área foliar

Los hallazgos obtenidos para el rasgo funcional del área foliar revelaron resultados que se detallan con los estadísticos básicos a continuación (Tabla 3).

Tabla 3

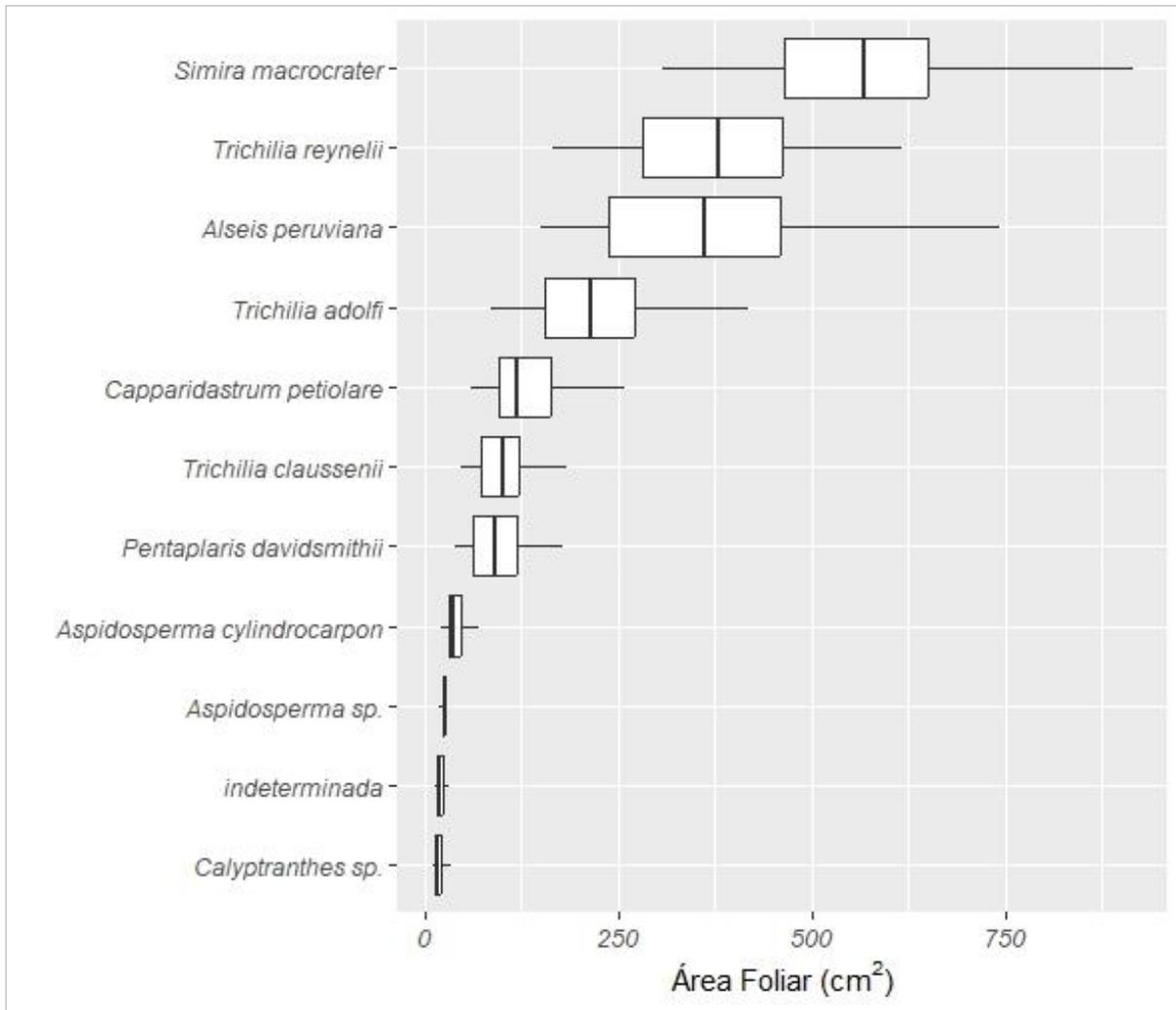
Datos estadísticos del rasgo funcional Área foliar (cm²)

Especie	Rasgo área foliar (cm ²)				
	Promedio	Min.	Máx.	Desv. St.	CV%
<i>Alseis peruviana</i>	360,61	149,34	744,45	142,45	40
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	38,97	20,38	68,95	11,68	30
<i>Aspidosperma</i> sp.	24,66	18,90	29,53	2,65	11
<i>Calyptranthes</i> sp.	16,90	9,42	33,07	5,99	35
<i>Capparidastrum petiolare</i>	129,26	58,69	259,16	48,35	37
<i>Indeterminada</i>	19,48	12,92	29,96	3,93	20
<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	93,36	39,76	177,30	35,68	38
<i>Simira macrocrater</i>	575,12	306,73	915,51	158,92	28
<i>Trichilia adolfi</i>	211,25	86,31	417,30	76,29	36
<i>Trichilia clausenii</i>	99,68	47,86	184,56	32,14	32
<i>Trichilia reynelii</i>	378,79	165,81	617,99	118,20	31

Los resultados indican que la superficie de lámina fue mayor, en especies de hojas simples: *Simira macrocrater* (575,12 cm²) y *Alseis peruviana* (360,61 cm²) y en especies de hoja compuesta fueron *Trichilia reynelii* (378,79 cm²) y *Trichilia adolfi* (211,25 cm²). El área foliar menor se registró en *Aspidosperma cylindrocarpon* (38,97 cm²), *Aspidosperma* sp. (24,66 cm²) y en dos especies no determinadas de Myrtaceae: *indeterminada* (19,48 cm²) y *Calyptranthes* sp. (16,90 cm²).

Figura 23

Orden descendente de las especies con mayor área foliar (cm²)

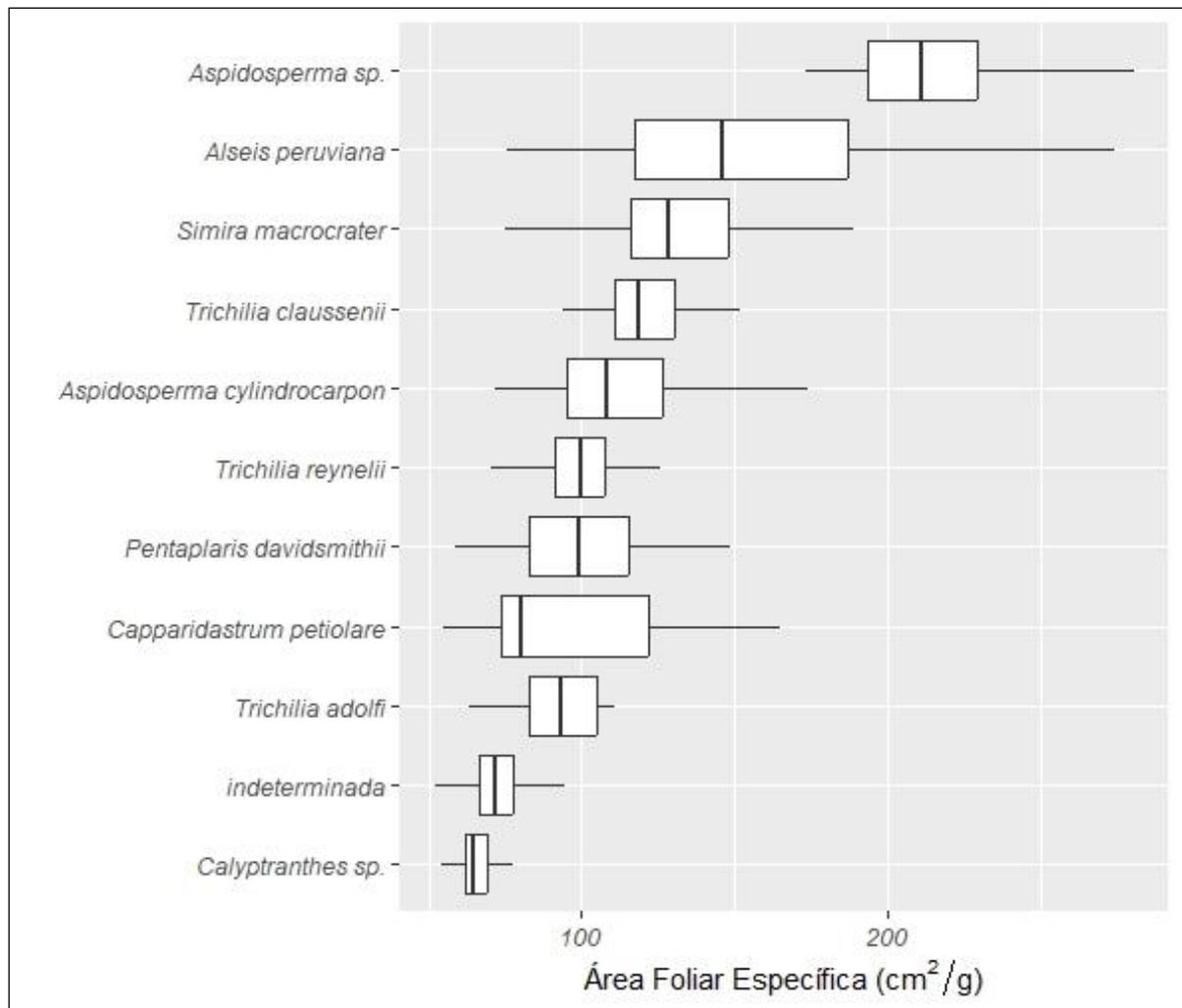


b) Área foliar específica

El rasgo funcional de área foliar específica (AFE) brindó resultados que se detallan en la figura que precede este párrafo (Figura 24).

Figura 24

Orden descendente de las especies con mayor área foliar específica (g/cm²)



Las especies con alto índice de AFE fueron *Aspidosperma sp.* (214,21 cm²/g), *Alseis peruviana* (158,12 cm²/g), *Simira macrocrater* (131,68 cm²/g) y *Trichilia clausenii* (120,9 cm²/g). Por otro lado, al igual que en el rasgo anterior, las dos especies de Myrtaceae, *Calyptanthes sp.* y la indeterminada presentaron los valores más bajos en este rasgo (65,82 cm²/g y 71,97 cm²/g, respectivamente). Además, *Alseis peruviana* y *Capparidastrum petiolare* mostraron la mayor variabilidad intraespecífica de área foliar específica.

c) Contenido foliar de materia seca

Los estadísticos básicos obtenidos en la Tabla 4 presentada a continuación, ilustran mejor los resultados obtenidos.

Tabla 4

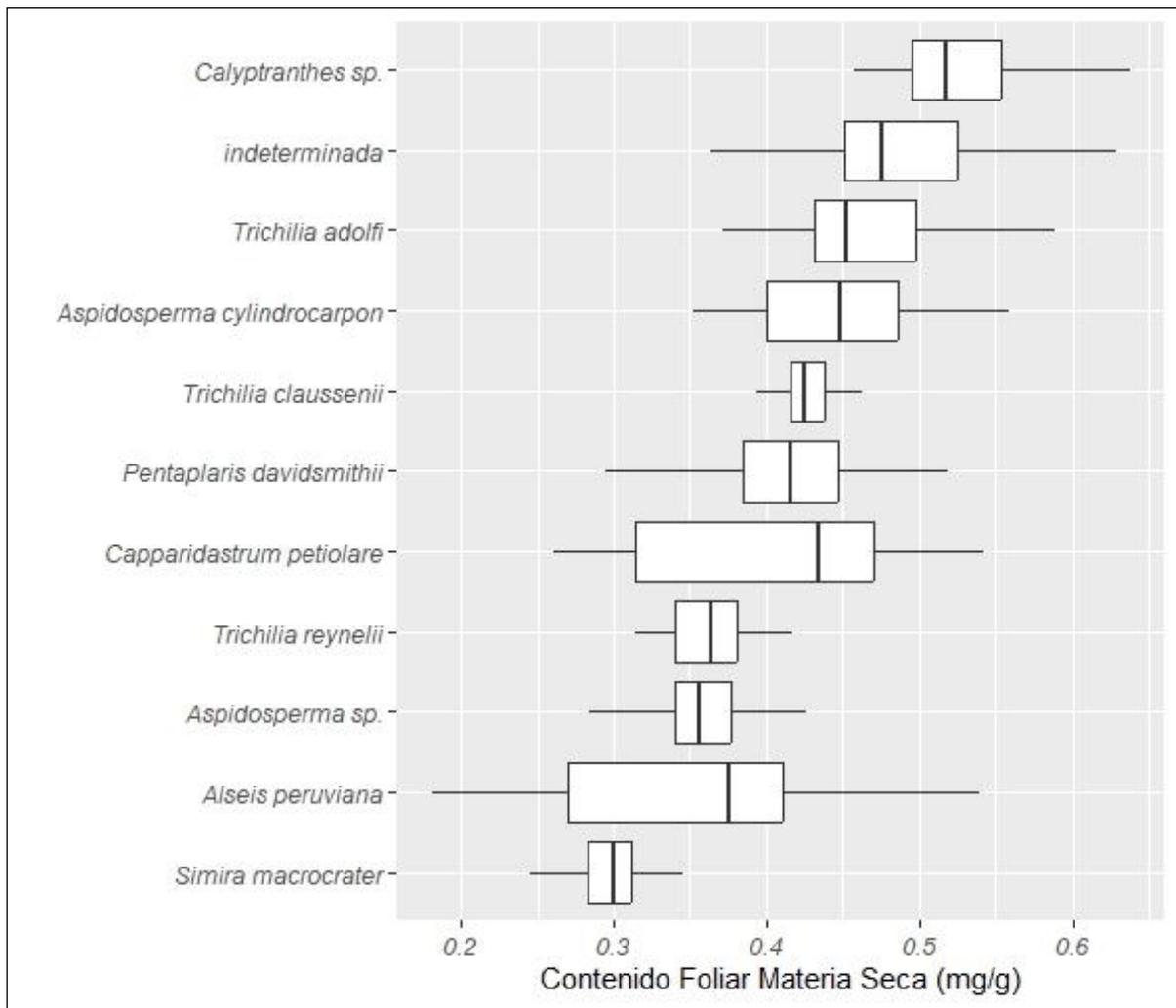
Datos estadísticos del rasgo funcional contenido foliar de materia seca (mg/g)

Especie	Rasgo funcional contenido foliar de materia seca (mg/g)				
	Promedio	Min.	Máx.	Desv. St.	CV(%)
<i>Alseis peruviana</i>	0,35	0,18	0,54	0,09	25
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0,44	0,35	0,56	0,05	12
<i>Aspidosperma</i> sp.	0,36	0,28	0,43	0,04	11
<i>Calyptranthes</i> sp.	0,53	0,46	0,64	0,05	9
<i>Capparidastrum petiolare</i>	0,40	0,26	0,54	0,08	21
<i>Indeterminada</i>	0,49	0,36	0,63	0,06	12
<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	0,41	0,30	0,52	0,05	12
<i>Simira macrocrater</i>	0,30	0,24	0,35	0,03	9
<i>Trichilia adolfi</i>	0,46	0,37	0,59	0,05	12
<i>Trichilia claussenii</i>	0,43	0,39	0,46	0,02	4
<i>Trichilia reynelii</i>	0,36	0,31	0,42	0,03	8

Las especies mostraron un promedio de 0,41 mg/g, con un rango de distribución entre 0,30 y 0,53 mg/g. Las Myrtaceae (*Calyptranthes* sp. e indeterminada) presentan los valores más altos en este rasgo (0,53 mg/g y 0,49 mg/g respectivamente), mientras que, *Simira macrocrater* (0,30 mg/g) y *Alseis peruviana* (0,35 mg/g) obtuvieron bajos valores en este estudio, además de eso, en *Capparidastrum petiolare* y *Alseis peruviana* el 75 % de los datos obtenidos se ubicaron por debajo de la mediana, y *Pentaplaris davidsmithii* obtuvo valores 50 % menores y mayores a la mediana, además de ser las especies con la mayor variabilidad.

Figura 25

Orden descendente de las especies con mayor contenido foliar de materia seca (mg/g)



d) Espesor de hoja

Los datos relativos al atributo funcional del espesor de hoja se presentan a continuación, proporcionando una visión detallada de las mediciones de estadísticos básicos y promedios agrupados por familia que fueron consideradas en este rasgo como parte del estudio.

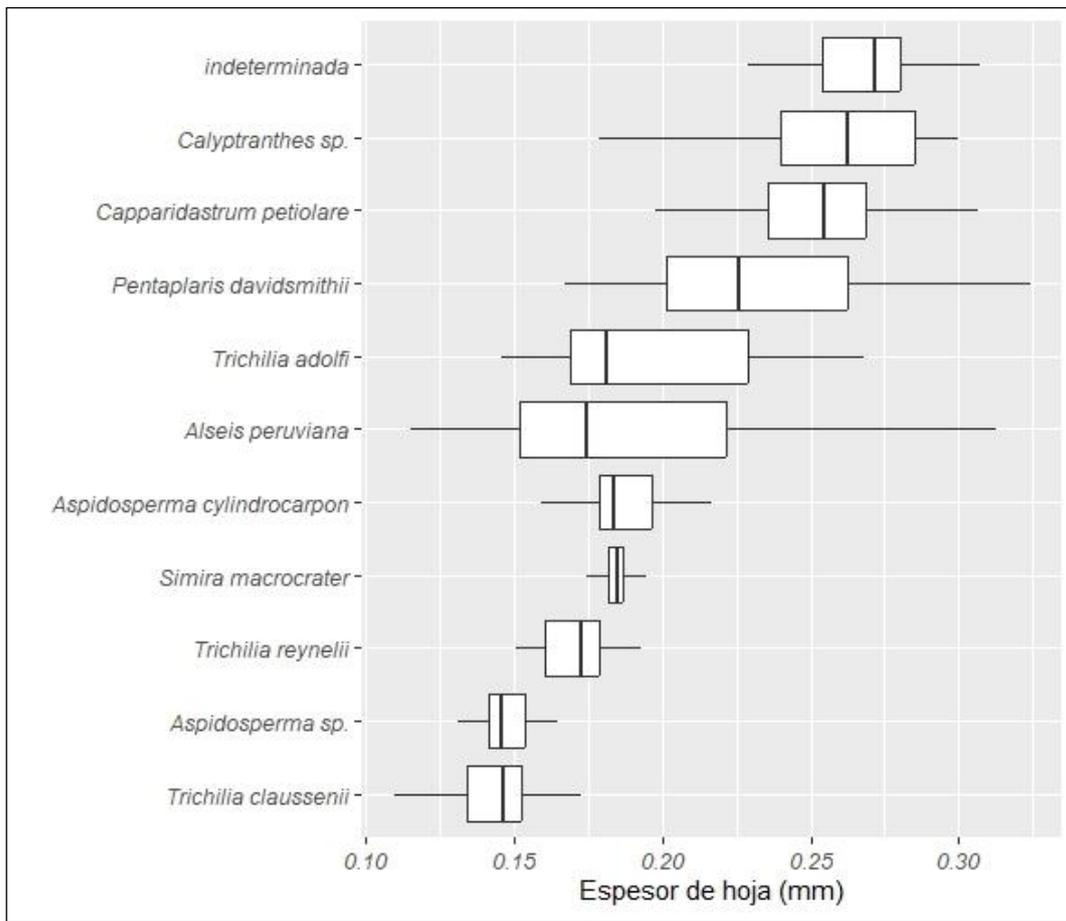
Tabla 5*Datos estadísticos del rasgo funcional espesor de hoja (mm)*

Rasgo	Espesor de hoja (mm)					
	Especie	Promedio	Min.	Máx.	Desv. St.	CV (%)
	<i>Alseis peruviana</i>	0,19	0,12	0,31	0,05	27
	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0,19	0,16	0,22	0,01	7
	<i>Aspidosperma</i> sp.	0,15	0,13	0,17	0,01	6
	<i>Calyptranthes</i> sp.	0,26	0,18	0,30	0,03	11
	<i>Capparidastrum petiolare</i>	0,25	0,20	0,31	0,03	11
	Indeterminada	0,27	0,23	0,31	0,02	7
	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	0,24	0,17	0,32	0,05	20
	<i>Simira macrocrater</i>	0,18	0,17	0,19	0,01	3
	<i>Trichilia adolfi</i>	0,20	0,15	0,27	0,04	19
	<i>Trichilia clausenii</i>	0,14	0,11	0,17	0,01	10
	<i>Trichilia reynelii</i>	0,17	0,15	0,19	0,01	7

En este rasgo, el valor promedio obtenido fue de 0,20 mm. Los resultados demuestran que *Trichilia clausenii* presentó las hojas más delgadas de todas las especies evaluadas (0,14 mm), por el contrario, Myrtaceae indeterminada se sitúa como la especie con mayor espesor (0,27 mm) (Tabla 5).

Figura 26

Orden descendente de las especies con mayor espesor de hoja (mm).



Es importante destacar que en el caso de *Trichilia adolfi*, *Alseis peruviana* y *Pentaplaris davidsmithii*, el 75 % de los resultados obtenidos se sitúan por encima de la mediana, es decir, el grosor de las hojas de los individuos de estas especies, se encuentran mayoritariamente sobre los 18 mm. Además, aun cuando se hallaron promedios de igual grosor foliar en las especies *Aspidosperma cylindrocarpon* y *Alseis peruviana* (0,19 mm), estas difirieron entre sus individuos con una importante variabilidad, de 7 % y 27 %, respectivamente. También se ha demostrado que, las hojas de *Alseis peruviana* mostraron amplios rangos entre el espesor mínimo (0,12 mm) y máximo (0,31 mm), de manera similar, se obtuvieron resultados alejados del promedio para las especies *Pentaplaris davidsmithii* (Mín. 0,17 – Máx. 0,32), *Trichilia*

adolphi (Mín. 0,15 mm – Máx. 0,27 mm) y *Pentaplaris davidsmithii* (Mín. 0,17 mm – Máx. 0,32 mm) (Figura 26).

Tabla 6

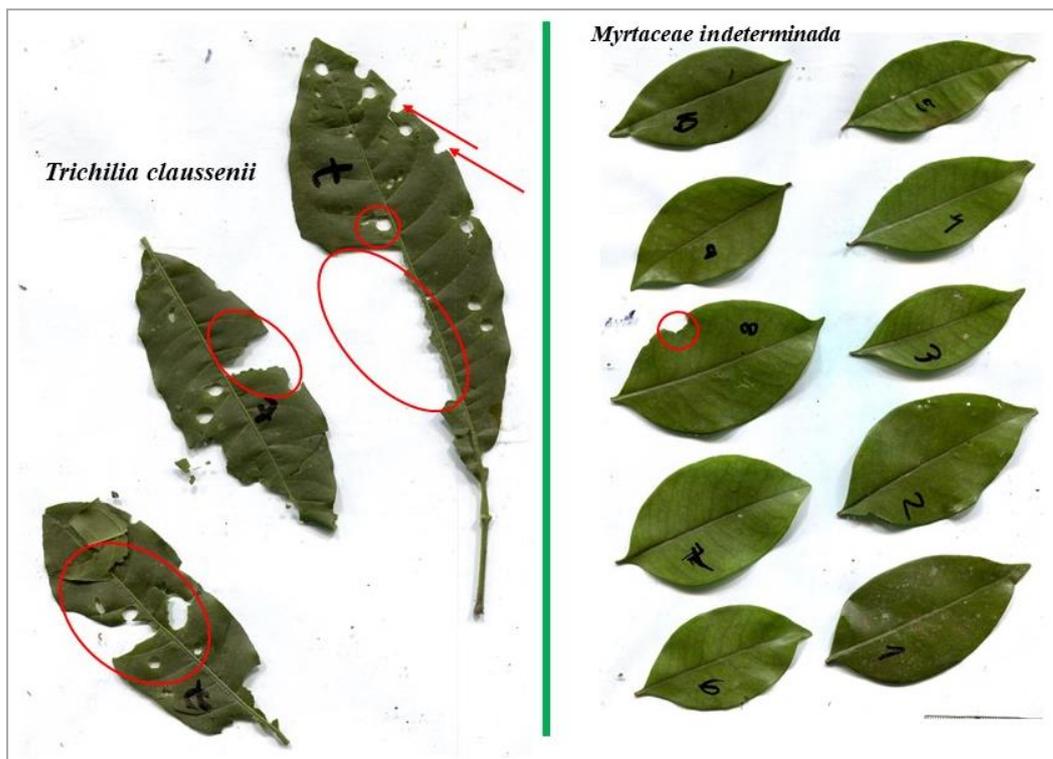
Promedio de las especies agrupadas por familia

Familia/especie	Promedio (mm)
Meliaceae	
<i>Trichilia clausenii</i>	0,14
<i>Trichilia reynelii</i>	0,17
<i>Trichilia adolfi</i>	0,20
Apocynaceae	
<i>Aspidosperma</i> sp.	0,15
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0,19
Rubiaceae	
<i>Simira macrocrater</i>	0,18
<i>Alseis peruviana</i>	0,19
Myrtaceae	
<i>Calyptranthes</i> sp.	0,26
Indeterminada	0,27
Malvaceae	
<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	0,24
Capparaceae	
<i>Capparidastrum petiolare</i>	0,25

Las especies de hojas compuestas de la familia Meliaceae obtuvieron valores entre 0,14 y 0,20 mm, mientras que las de hojas simples de las Apocynaceae, Rubiaceae y Myrtaceae oscilaron entre 0,15 y 0,27 mm. Por otra parte, Malvaceae y Capparaceae, con una especie cada una con hojas grandes y simples, obtuvieron un promedio de 0,24 mm y 0,25 mm, respectivamente (Tabla 6).

Figura 27

Pérdida de fragmentos en las hojas causados por la herbivoría de los depredadores



En la figura 27 se observa que las hojas de *Myrtaceae* indeterminada presentaron pequeños fragmentos perdidos, mientras que las de *Trichilia clausenii* acreditan tener mayor área depredada.

e) Densidad de la madera

En las tablas 7 y 8, a continuación, se muestran los resultados obtenidos por especies y clasificadas por especie según la densidad básica de la madera que obtuvo cada una en este estudio.

Tabla 7

Datos estadísticos del rasgo funcional densidad de la madera (g/cm³)

Rasgo Especie	Densidad de la Madera (g/cm ³)				
	Promedio	Mín.	Máx.	Desv. St.	CV%
<i>Alseis peruviana</i>	0,45	0,41	0,48	0,03	6
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0,56	0,54	0,59	0,02	4
<i>Aspidosperma</i> sp.	0,54	0,50	0,59	0,04	7
<i>Calyptranthes</i> sp.	0,73	0,70	0,78	0,03	4
<i>Capparidastrium petiolare</i>	0,65	0,64	0,66	0,01	2
Myrtaceae indeterminada	0,72	0,70	0,74	0,02	2
<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	0,55	0,38	0,70	0,12	22
<i>Simira macrocrater</i>	0,39	0,33	0,49	0,06	17
<i>Trichilia adolfi</i>	0,69	0,65	0,72	0,03	4
<i>Trichilia clausenii</i>	0,63	0,59	0,67	0,04	6
<i>Trichilia reynelii</i>	0,65	0,62	0,67	0,02	4

El valor promedio de la densidad de la madera interespecífica obtenida de las ramitas es 0,60 g/cm³, con un valor mínimo de 0,39 g/cm³ y máximo de 0,73 g/cm³ (Tabla 8). Las familias Myrtaceae y Meliaceae mostraron valores altos en *Calyptranthes* sp. (0,73 gr/cm³), Myrtaceae indeterminada (0,72 g/cm³), *Trichilia adolfi* (0,69 g/cm³), *Trichilia clausenii* (0,63 g/cm³) y *Trichilia reynelii* (0,65 g/cm³), respectivamente. En contraste, *Simira macrocrater* mostró el valor más bajo del estudio (0,39 g/cm³).

Tabla 8

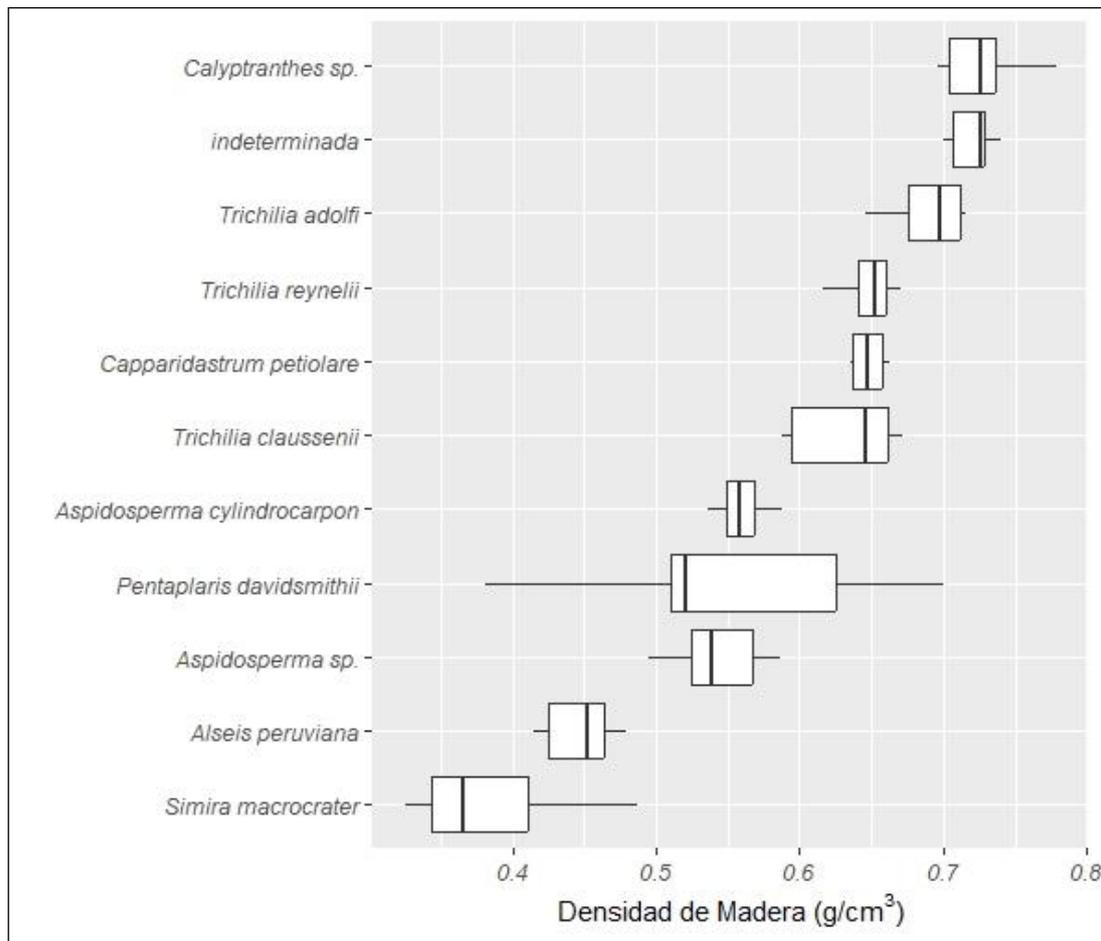
Clasificación de las especies según su densidad básica (g/cm³)

Especie	Promedio (g/cm³)	Clasificación
<i>Simira macrocrater</i>	0,39	Baja
<i>Alseis peruviana</i>	0,45	Baja
<i>Aspidosperma</i> sp.	0,54	Baja
<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	0,55	Baja
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0,56	Media
<i>Trichilia claussenii</i>	0,63	Media
<i>Capparidastrium petiolare</i>	0,65	Media
<i>Trichilia reynelii</i>	0,65	Media
<i>Trichilia adolfi</i>	0,69	Media
Myrtaceae indeterminada	0,72	Alta
<i>Calyptranthes</i> sp.	0,73	Alta

En la tabla 8, se observa que las especies *Calyptranthes* sp. y Myrtaceae indeterminada sobresalen notablemente en este estudio, superando significativamente a las Rubiaceas *Simira macrocrater* y *Alseis peruviana*, las cuales presentaron los valores más bajos.

Figura 28

Orden descendente de las especies con mayor densidad de la madera (g/cm³)



Finalmente, como se observa en la figura 28, se hallaron que poseen la más alta variabilidad entre sus individuos: *Pentaplaris davidsmithii* (22 %) y *Simira macrocrater* (17 %).

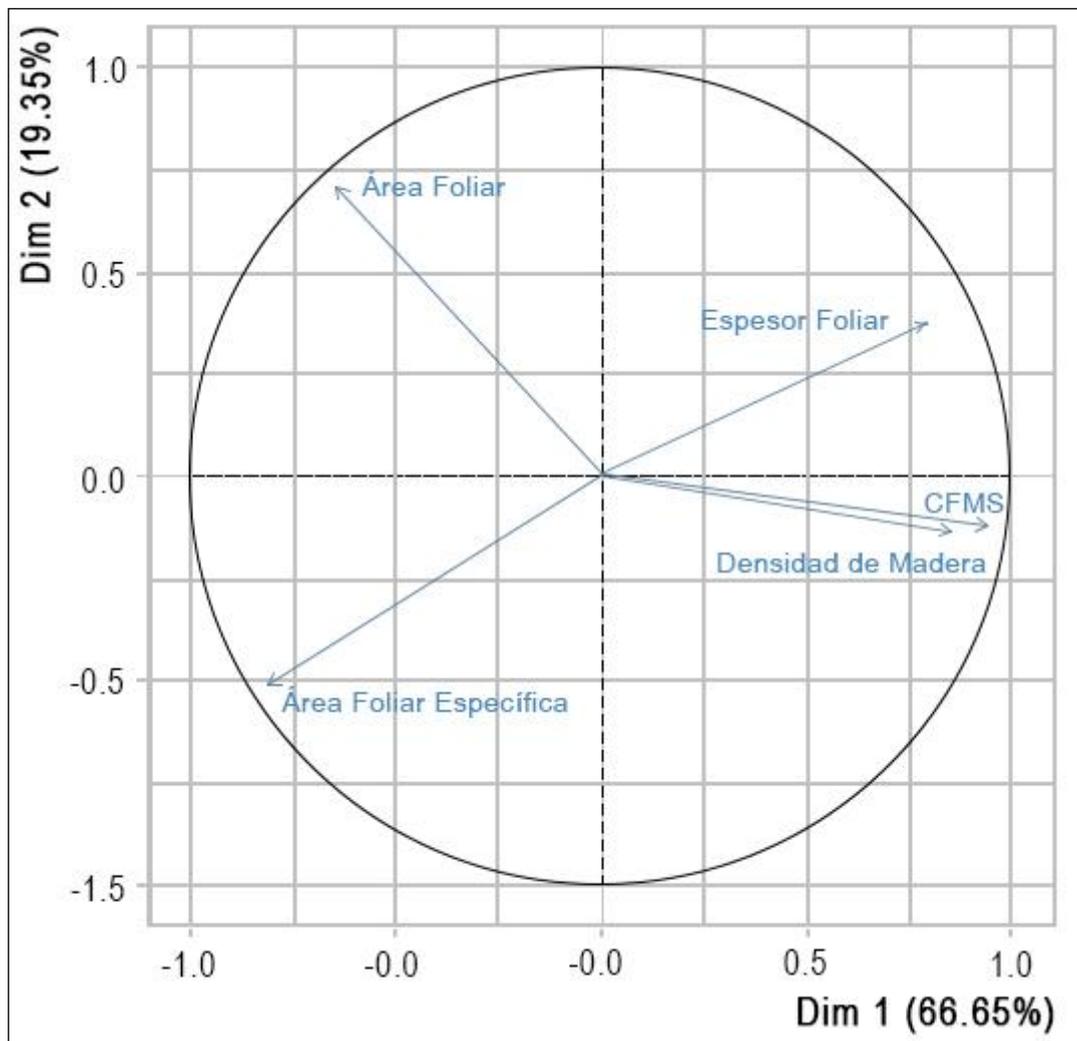
4.1.3. Composición funcional de especies-rasgos

La figura 29 detalla que, en el primer eje del análisis, que explica el 66,65 % de la varianza, mostró una estrecha relación entre el contenido foliar de materia seca y la densidad de la madera. también se observó una relación cercana entre el espesor de hoja y el contenido foliar de materia seca, mientras que, el área foliar específica presentó una correlación negativa con el espesor de lámina, del mismo modo, se encontró una correlación negativa entre el área foliar y el contenido foliar de materia seca - densidad de la madera. el segundo eje, que explica

el 19,35 %, se encontró una relación cercana entre los atributos de área foliar y área foliar específica.

Figura 29

Análisis de componentes principales entre las variables evaluadas

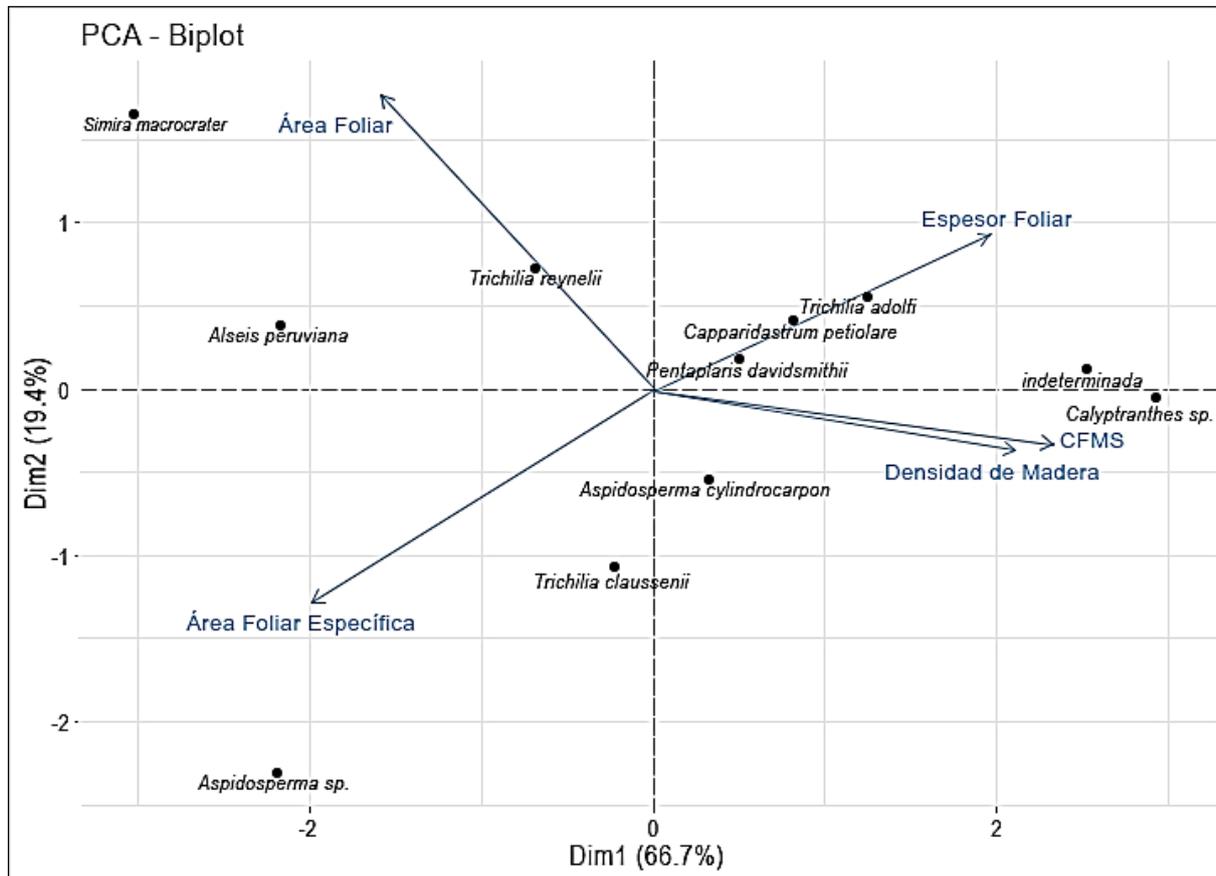


Como se observa en la figura 30, *Simira macrotrater*, *Alseis peruviana* y *Trichilia adolfi* por sus grandes hojas correlacionaron positivamente con el Área foliar. No obstante, el área foliar específica, correlacionó mejor con las especies *Aspidosperma* sp. y *Trichilia clausenii* y negativamente con el espesor de hoja. *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Calyptranthes* sp. y Myrtaceae indeterminada, se relacionaron más a densidad de la madera – contenido foliar de materia seca que a área foliar y área foliar específica. Además, las especies *Capparidastrum petiolare*, *Trichilia adolfi*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Calyptranthes* sp, Myrtaceae

indeterminada y *Pentaplaris davidsmithii* presentaron hojas con mayor espesor foliar, pero con menor área foliar específica.

Figura 30

Análisis de componentes principales entre las variables y especies evaluadas



4.2. Discusión

El estudio de los atributos funcionales de especies forestales es un tema incipiente a escala local y regional, a pesar del esfuerzo que realizan los científicos aún existen muchos vacíos de información en las plataformas que almacenan datos de distintos rasgos funcionales (por ejm. Plant Try Database y Wood Density Database). Estas bases podrían brindar datos de múltiples rasgos para realizar un análisis más completo en localidades con ecosistemas similares o que compartan las mismas especies.

En las plantas que crecen en los trópicos se ha desarrollado un mecanismo para evitar el problema de la fotorrespiración despilfarradora. El paso en el que el CO₂ se fija en un

producto de tres carbonos, el 3-fosfoglicerato está precedido de varios pasos, uno de los cuales es una fijación preliminar del CO₂ sobre un compuesto de cuatro carbonos conocido como metabolismo C4 o ruta C4, estos se desarrollan en condiciones de altas intensidades luminosas y altas temperaturas, poseen alta velocidad fotosintética, debido a que en la fotosíntesis de los órganos foliares intervienen dos tipos de células: células mesófilas y células túnico-vasculares, estimulando y acelerando el crecimiento, además de la baja pérdida de agua y baja tasa de fotorrespiración, a diferencia de las plantas CAM, tales como los cactus y la piña tropical, que son originarias de ambientes muy áridos y muy secos, presentan otra variación respecto a la fijación fotosintética del CO₂, que reduce las pérdidas de vapor de agua a través de los poros (estomas) por los que tienen que entrar el CO₂ y el O₂ en el tejido de la hoja (Nelson y Cox, 2009, p. 790).

La respiración foliar alcanza su punto máximo durante la fase de crecimiento de la hoja, y posteriormente desciende a un estado estable durante su maduración. Frecuentemente, hay un breve ascenso, o climaterio, a un nivel más alto, lo que señala la implantación de procesos de degeneración irreversibles que marcan la senescencia y muerte del órgano de la hoja (Bidwell, 1993, p. 145).

En el rasgo funcional de área foliar, no se mostró una definición sólida de agrupamiento de especies de hojas simples y compuestas, por el contrario, las especies se ubicaron en posiciones intercaladas en el gráfico de boxplot, colocando el primer lugar a *Simira macrocrater* (575,12 cm²), seguida de *Trichilia reynelii* (378,79 cm²), *Alseis peruviana* (360,61 cm²) y *Trichilia adolfi* (211,25 cm²). Los resultados revelan que las especies presentaron mayor superficie de lámina superando a los reportes de Bermeo (2010) en Bosques montanos y pre montanos de Costa Rica (326,14 cm²), Thomas et al. (2017) en el BES de Colombia (198,38 cm²), Zelada (2018) en bosques húmedos de Perú (de 87,5 cm² a 238,4 cm²), lo que le permite interceptar mayor radiación solar que es la fuente primaria de energía utilizada por las plantas

para la fotosíntesis en la elaboración de tejidos y compuestos alimenticios necesarios para su desarrollo (Montes-Pulido et al., 2017).

En el atributo funcional de área foliar específica, los resultados obtenidos para *Aspidosperma cylindrocarpon* y *Trichilia clausenii*, mostraron valores similares a los presentados por Baéz et al. (2022) (Tabla 9), al no existir mayor información de precipitación o de localización en la base de datos que ofrece FunAndes, el único dato que se encuentra es la elevación, asumiendo que es esta la variable que tiene influencia en la diferencia de los resultados (la altitud de BES Río Tambo es 540 m s.n.m en contraste, la altitud del BES proporcionado por Baéz et al. (2017) está entre 1005 y 1250 m s.n. m.)

Por otro lado, el promedio encontrado en este estudio fue de 114,68 cm²/g, lo que muestra una ventaja solo en comparación con el estudio de Vigil (2015) en el Bosque Seco de Tumbes (56 cm²/g), cabe resaltar que en estos resultados comparados las especies son diferentes. Sin embargo, este promedio mostró divergencias a los resultados obtenidos por De Oliveira (2020) en la Caatinga de Brasil (160 cm²/g), Bermeo (2010) en Costa Rica (161,1 cm²/g), Montes-Pulido et al. (2017) (229,4 cm²/g) en los Bosques Estacionalmente Secos de Colombia y Thomas et al. (2017) (380,45 cm²/g). Estas diferencias están dadas por la influencia de la elevación y precipitación, a medida que aumenta la altitud, los chubascos también son más frecuentes y las especies tienden a contener mayores valores de AFE, adicionalmente, las especies de Río Tambo están invirtiendo menores costos de inversión de recursos en superficie de lámina por gramo (Salgado-Negret, 2016) (Tabla 9).

Tabla 9

Comparación de los valores de área foliar específica promedio para las mismas especies

Rasgo	Área foliar específica (AFE) (cm²/g)	
Especie	Guevara (2024)	Baéz et al. (2022)
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	110,46	119,40
<i>Aspidosperma sp.</i>	214,21	126,90
<i>Trichilia clausenii</i>	120,09	141,20

En el rasgo funcional contenido foliar de materia seca, el promedio hallado en esta investigación (0,41 mg/g) fue mayor con respecto al obtenido por Montes-Pulido (2017) en el BES de Colombia (0.38 mg/g), sin embargo, presentó una gran diferencia a la media reportada por Thomas et al. (2017) en Colombia (0,53 mg/g). Estos hallazgos demuestran la disimilitud de resultados en una misma zona de vida, para comprender mejor el análisis, se precisa de evaluar y relacionarlas con otras variables (por ej. precipitación, temperatura, tipo de suelo, etc.).

Por cuanto al espesor foliar, se obtuvieron importantes resultados de la variabilidad de espesor foliar entre los individuos de *Alseis peruviana* (27 %) y *Aspidosperma cylindrocarpon* (7 %). Por otra parte, el promedio obtenido en el Valle del Río Tambo (0,20 mm) fue mayor en contraste con los datos que mostrados por Silva et al. (2015) en el BES de Minas Gerais (0,16 mm), De Oliveira (2020) en la sabana de la Caatinga (0,16 mm), ambos en Brasil o los de la base de datos que ofrece Baéz et al. (2022) (0,17 mm). Este rasgo brinda información para comprender la mayor inversión de recursos de las especies en el grosor de las láminas contra la defensa natural de sus depredadores y mayor resistencia a la ruptura (Pérez, 2013), en ese contexto, las especies del Valle de Río Tambo, presentan una ventaja sobre sus pares similares en otras zonas de vida a escala local y regional.

Los resultados de las especies reportadas para el rasgo funcional de densidad básica de la madera en este trabajo, registraron un valor promedio de 0,60 g/cm³, mayor en la gradiente

altitudinal de bosques húmedos ($0,40 \text{ g/cm}^3$), no obstante, mostraron similitudes con el promedio publicado en la amazonía brasileña ($0,59 \text{ g/cm}^3$) pero menor que el del Cerrado del mismo país ($0,65 \text{ g/cm}^3$), con relación a este último dato, se enfatiza que Da Silva et al. (2015) concluye haber obtenido mayor densidad de la madera en la base del tronco que en las ramas de la misma especie e incluso en el mismo individuo, como lo señalan también Chave et al. (2006).

De acuerdo al análisis de componentes principales (ACP), se sabe que los patrones de precipitación han sufrido cambios significativos desde la década de 1980 – 1990, con un aumento de $0,7 \text{ }^\circ\text{C}$ en la temperatura y variaciones en la distribución de la lluvia entre las estaciones húmedas y secas (Gloor et al., 2015). Esto sugiere que las especies de rasgos funcionales con estrategias de conservación serían más susceptibles a la extinción en caso de no migrar o adaptarse, mientras que las especies con estrategias adquisitivas, que tienen una menor inversión de recursos en la formación de sus órganos, podrían optar por migrar.

Las especies de estrategias conservativas como adquisitivas pueden coexistir en el mismo sitio (Bermeo, 2010). En ese contexto, las especies que comparten atributos altos de área foliar, medios de espesor de hoja, bajo CFMS y densidad de la madera (*Simira macrocrater*, *Alseis peruviana*, *Aspidosperma* sp., *Trichilia reynelii* y *Trichilia clausenii*) están fuertemente vinculadas a tener estrategias adquisitivas, permitiéndoles crecer relativamente más rápido sobre las otras especies de la misma comunidad ecológica (Faccion et al., 2021), en contraste, *Capparidastrium petiolare*, *Trichilia adolfi*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Calyptranthes* sp, Myrtaceae indeterminada y *Pentaplaris davidsmithii* que tienden a mostrar atributos altos de densidad de la madera, alto CFMS, baja AF y AFE que se asocian a especies de estrategias de conservación, debido al alto costo de inversión en recursos y reservas en cuanto a estructuras de tallos y ramas (Bermeo, 2010; López-Iglesias et al., 2014) toleran la época de sequía temporal en los ecosistemas (Salgado-Negret et al., 2016), sin embargo, son más vulnerables a

las perturbaciones y al cambio climático por ser especies de baja capacidad a la adaptación o baja plasticidad (Mendez-Alonso, 2012).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La selección de las 11 especies de la zona de estudio estuvo basado en el último inventario del año 2021 realizado por el Herbario MOL de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y se efectuó con el procesamiento de datos para obtener la abundancia de especies representativas de una parcela en el Bosque Estacionalmente Seco de Selva Central, en la localidad de Río Tambo – Satipo.

Los rasgos funcionales área foliar, área foliar específica, contenido foliar de materia seca, espesor de hoja y densidad de la madera seleccionados para este estudio, permitieron crear la primera base de datos para un Bosque Estacionalmente Seco de selva central del Perú, siendo este también un aporte a la base de datos internacional de Plant Trait Database que proporciona datos libres a los investigadores con fuerte interés en conocer los cambios en la composición funcional de los bosques a lo largo del tiempo; además, también, su elección se relacionó a la facilidad de medición y bajo costo en comparación con otros rasgos que implican mayores restricciones logísticas, de esfuerzo y tiempo.

De la correlación obtenida en el PCA de especies – rasgo en el BES del Valle del Río Tambo, se enfatiza la existencia de especies con estrategias adquisitivas y de conservación. Aunque ambas coexisten, las especies de conservación tienen una ligera ventaja del 9,2 % sobre las de adquisición. Estos hallazgos proporcionan información sobre la vulnerabilidad de las especies a la migración como consecuencia de los impactos antropogénicos como la expansión urbana, agrícola y, sobre todo extractiva en la zona.

5.2. Recomendaciones

Se sugiere continuar realizando estudios similares en otras zonas de bosque seco donde existen las especies estudiadas para comparar los rasgos funcionales con la finalidad de seguir ampliando la base de datos.

Se recomienda llevar a cabo investigaciones que se enfoquen en analizar la correlación entre los rasgos funcionales de altura y diámetro de las especies con respecto al tamaño de las hojas, el espesor y la densidad de la madera. Estos estudios permitirán una comprensión más profunda de las relaciones entre los rasgos funcionales estudiados y su posible influencia en el ecosistema.

Se sugiere instalar parcelas permanentes de monitoreo (PPM) en los Bosques Estacionalmente Secos aledaños a la localidad de Jaén para medir los rasgos funcionales y estudiar las convergencias o divergencias entre rasgos, y especies-rasgos a lo largo del tiempo.

Se sugiere realizar la evaluación de rasgos funcionales en las mismas especies ubicadas en las ppm de la provincia de Jaén para comparar entre especies del mismo ecosistema.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballesteros, C.J. y Pérez-Torres, J. (2016). Diversidad Funcional: un aspecto clave en la provisión de servicios ecosistémicos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8(1), 94-111.
- Bidwell, R.G.S. (1993). *Fisiología vegetal – Primera edición*. AGT editor.
<https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf>
- Broadhead, J.S.; Muxworthy, A.R.; Ong, C.K., Black, C.R. (2003). Comparison of methods for determining leaf area in tree rows. *Agricultural and Forest Meteorology*, 115:151–161. doi:10.1016/s0168-1923(02)00212-5.
- Cardoza, FS. (2011). Diversidad y Composición Florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Monte Cristo, El Salvador. [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)].
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4815>.
- Caruso M.C., Mason C.M. y Medeiros J. 2020. The evolution of functional traits in plants: is the giant still sleeping? *Special Issue—Functional Trait Evolution*, 181(1):1–8. 2020. Doi: 0.1086/707141.
- Chave, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.S., Ter Steege, H., Webb, C.O. (2006). Regional and phylogenetic variation of wood density across 2,456 neotropical tree species. *Ecological Applications*, 16(6), 2356 – 2367.
[https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[2356:RAPVOW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[2356:RAPVOW]2.0.CO;2).
- Chave, J. (2006). Medición de densidad de madera en árboles tropicales. [Manual de campo, Université Paul Sabatier].

- Coradin, V.T.R., Camargos, J.A.A., Pastore, T.C.M., Christo, A. G. (2010). *Madeiras comerciais do Brasil: chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos*.
- Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Reich, P. B., Steege, H. ter, Morgan, H. D., Heijden, M. G. A. van der, Pausas, J. G., Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51(4), 335.
doi:10.1071/bt02124.
- Costa E. (2006). Caracterização físico-energética da madeira e produtividade de reflorestamentos de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. [Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu].
- Dale, V., Joyce, L., McNulty, S., Neilson, R., Ayres, M., Flannigan, M., Hansond, P., Irland, C., Lugo, A., Peterson, C., Simberloff, D., Swanson, F., Stocks, B., Wotton, B. (2001). Climate Change and Forest Disturbances: Climate change can affect forests by altering the frequency, intensity, duration, and timing of fire, drought, introduced species, insect and pathogen outbreaks, hurricanes, windstorms, ice storms, or landslides. *BioScience*, 51(9), 723–734.
- Da Silva, C.F., Ruschel, A.R., Mazzei, L.J., Oliveira, K.A., Costa dos Santos, J., Barbosa, L.M., de Almeida, F. (2020). *Densidade da madeira de espécies florestais de quatro áreas experimentais da Amazônia Oriental Brasileira*. Editorial Atena. DOI 10.22533/at.ed.339200405.
- De Holanda, M.J. (2018). *Características funcionais de árvores em floresta tropical úmida urbana*. [Tese de doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco].
<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7380>.

- De la Riva, E.G., Pérez-Ramos, C.M., Navarro-Fernández, M.O. & Marañón, R.V. (2014). Rasgos funcionales en el género *Quercus*: estrategias adquisitivas frente a conservativas en el uso de recursos. *Ecosistemas* 23(2), 82-89.
- De Oliveira A.C., Nunes A., García R., Branquinho C. (2020). The response of plant functional traits to aridity in a tropical dry forest. *Science of The Total Environment*, (), 141177–. Doi:10.1016/j.scitotenv.2020.141177.
- Díaz C., G. (2012). El Cambio Climático. *Ciencia y Sociedad*, 37(2), 227 – 240.
- Díaz S., Purvis A., Cornelissen HC., Mace G., Donoghue M., Ewerts R., Jordan P. y Pearse W. 2013. Functional traits, the phylogeny of function, and ecosystem service vulnerability. *Ecology and Evolution*, 3(9): 2958–2975. doi: 10.1002/ece3.601.
- Do Vale, A. T., Mourão, M.A., Lopes, L. (2002). Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do cerrado. *Ciência Florestal*, 12 (1), 71 – 80. <https://doi.org/10.5902/198050981702>.
- Do Vale, A. T., Sarmiento, T. R., Almeida, A. N. (2005). Caracterização e uso de madeiras de galhos de árvores provenientes da arborização de Brasília, DF. *Ciência Florestal*, 15(4), 411 – 420. Doi: <https://doi.org/10.5902/198050981878>.
- Faccion G., Alves A. M., do Espírito-Santo M. M., Silva J. O., Sanchez-Azofeifa A., y Ferreira K. F. (2021). Intra- and interspecific variations on plant functional traits along a successional gradient in a Brazilian tropical dry forest. *Flora*, 279(), 151815. Doi:10.1016/j.flora.2021.151815
- Fadrique B., Báez S., Duque Á., Malizia A., Blundo C., Carilla J., Osinaga-Acosta O., Malizia L., Silman M., Farfán-Ríos W., Malhi, Y., Young K. R., Cuesta C. F., Homeier J., Peralvo M., Pinto E., Jadan O., Aguirre N., Aguirre Z. y Feeley K. J. (2018). Widespread but heterogeneous responses of Andean forests to climate change. *Nature*, 564(7734): 207-212. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0715-9>.

- Garnier, E., Laurent, G., Bellman, A., Debain, S., Berthelie, P., Ducout, B., Roumet, C., Marie-Laure Navas. (2001). Consistency of Species Ranking Based on Functional Leaf Traits. *New Phytologist*, 152(1): 69 – 83. Doi: 10.1046/j.0028-646x.2001.00239.x.
- Gianoli, E. y Valladares, F. (2012). Studying phenotypic plasticity: the advantages of a broad approach. *Biological Journal of the Linnean Society*, 105, 1–7.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01793.x>.
- Gloor M., Barichivich J., Ziv G., Brien R., Schöngart J., Peylin P., Ladvocat Cintra B., Feldpausch T., Phillips O., Baker J. (2015). Recent Amazon climate as background for possible ongoing and future changes of Amazon humid forests. *Global Biogeochemical Cycles*, 29(9), 1384–1399. doi:10.1002/2014GB005080.
- Gobbi, K. F., Garcia, R., Ventrella, M. C., Neto, A. F. G., Rocha, G. C. (2011). Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 40(7), 1436-1444. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000700006>.
- Innovación Forestal. (s.f.). Caducifolios. En *Glosario de la Revista electrónica de divulgación científica forestal*.
http://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?page_id=436
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2002). Glosario de términos útiles para el manejo de los recursos genéticos. San Salvador, El Salvador.
<http://repiica.iica.int/docs/B1154e/B1154e.pdf>
- Jati R., Fearnside M. y Barbosa I. Wood density of trees in savannas of the northern Brazilian Amazon. *Acta Amazônica*, 44(1): 79–86. Doi: 10.1590/S0044-59672014000100008.

- Kattge, J., Bönisch, G., Díaz, S., Lavorel, S., Prentice, I. C., Leadley, P., Tautenhahn, S., Werner, G. D. A., Aakala, T., Abedi, M., Acosta, A. T. R., Adamidis, G. C., Adamson, K., Aiba, M., Albert, C. H., Alcántara, J. M., Alcázar C, C., Aleixo, I., Ali, H., ... Caille, M. (2019). (2020). TRY plant trait database – enhanced coverage and open access. *Global Change Biology*, 26(1): 119-188. Doi.org/10.1111/gcb.14904.
- Kollman, F. y Cote, W. (1984). *Principles of wood science and technology*. Springer-Verlag. Doi: 10.1007/978-3-642-87928-9.
- Kröber, W., Böhnke, M., Welk, E., Wirth, C., Bruelheide, H. (2012). Leaf trait- environment relationships in a subtropical broadleaved forest in South-East China. *PLoS ONE*, 7(4), 1-11. Doi: 10.1371/journal.pone.0035742.
- Lavorel S. y Garnier E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plants traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16(5), 545–556. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00664.x>.
- Linares-Palomino R, Huamantupa-Chuquimaco I, Marcelo-Peña JL, Padrón E, La Torre-Cuadros MA, Roncal-Rabanal M, Choquecota N, Collazos L, Elejalde R, Vergara N. (2022). Los bosques estacionalmente secos del Perú: un re-análisis de sus patrones de diversidad y relaciones florísticas. *Revista Peruana de Biología*, 29(4), e21613 001 - 020. doi: <http://dx.doi>.
- Linares-Palomino R. (2004a). Los bosques tropicales estacionalmente secos: I. El concepto de los bosques secos en el Perú. *Arnaldoa*, 11(1), 85-102.
- Linares-Palomino R. (2004b). Los bosques tropicales estacionalmente secos: Los bosques tropicales estacionalmente secos: II. Fitogeografía y composición florística. *Arnaldoa*, 11(1), 103-138.

- López, I. B. (2015). Rasgos funcionales y su relación con el funcionamiento de las plantas. [Tesis de doctorado, Universidad de Córdoba].
<https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/12561>
- Lopez-Iglesias B., Villar R., Poorter L. (2014). Functional traits predict drought performance and distribution of Mediterranean woody species. *Acta Oecologica*, 56, 10–18.
doi:10.1016/j.actao.2014.01.003.
- Lugo, A. E. y Murphy, P. G. (1986). Nutrient dynamics of a Puerto Rican subtropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology*, 2(1): 55–72. Doi:10.1017/s0266467400000602
- Marcelo-Peña JL. (2008). Vegetación leñosa, endemismos y estado de conservación en los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 15(1), 43–85. <https://doi.org/10.15381/rpb.v15i1.1669>
- Marcelo-Peña JL. (2017). Diversidade florística, dendrologia e dendroecologia em florestas estacionais decíduas do Centro e Norte do Peru. [Tese de Doutorado, Universidad de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/T.11.2017.tde-04082017-143653>.
- Melo, J. E., Coradin, V. R. y Mendes, J. C. (1990). *Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira*. Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão, Brasil.
- Ministerio de Agricultura y Riego, Autoridad Nacional del Agua. (2019). *Informe del estudio hidrologico de la unidad hidrografica de Tambo* (Vol. 1).
[https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4703?show=full#:~:text=La%20red%20hidrogr%C3%A1fica%20del%20r%C3%ADo,\(445.77%20MMC%2Fa%C3%B1o\).](https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4703?show=full#:~:text=La%20red%20hidrogr%C3%A1fica%20del%20r%C3%ADo,(445.77%20MMC%2Fa%C3%B1o).)
- Montes-Pulido, C.R., Parrado-Rosselli, A. y Álvarez-Dávila, E. (2017). Tipos funcionales de plantas como estimadores de carbono en bosque seco del Caribe colombiano. *Revista*

Mexicana de Biodiversidad, 88(1), 241–249.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.006>.

Nelson, L.D. y Cox, M.M. (2009). *Lehninger - Principios De Bioquímica - Quinta edición*.

Omega. <https://es.pdfdrive.com/lehninger-principios-de-bioquimica-quinta-edici%C3%B3n-d187792018.html>

Núñez, C.E. (2007). Relaciones de conversión entre densidad básica y densidad seca de madera. Misiones, Argentina. *Revista de ciencia y tecnología*, 9, 44-50. Doi: [org/10.15381/rpb.v29i4.21613](https://doi.org/10.15381/rpb.v29i4.21613).

Pennington, R.T., Lavin, M. y 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>

Pérez Amaro, JA., García E., Enríquez JF., Quero AR., Pérez J. y Hernández A. (2004).

Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto “mulato” (*Brachiaria* híbrido, cv). *Técnica Pecuaria en México*, 42(3), 447-458.

Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P.,

BretHarte, M. S., Cornwell, W. K., Craine, J. M., Gurvich, D. E., Urcelay, C.,

Veneklaas, E. J., Reich, P. B., Poorter, L., Wright, I. J., Ray, P., Enrico, L., Pausas, J.

G., De Vos, A. C. y Cornelissen, J. H. C. (2013). Nuevo manual para la medición estandarizada de caracteres funcionales de plantas. *Australian Journal of Botany*,

61(3), 167–234. <https://doi.org/10.1071/BT12225>.

- Petchey, O. L. y Gaston, K. J. (2006). Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, 9(6), 741-758. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x>.
- Pinto E., Pérez J.A., Ulloa C. y Cuesta F. 2018. Árboles representativos de los bosques montanos del noroccidente de Pichincha – Ecuador. CONDESAN, Quito, Ecuador.
- R Core Team. (2020). R: a language and environment for statistical computing. <https://www.r-project.org/>
- Salgado-Negret, B., Paz, B., Pulido Rodriguez, E.N., Cabrera, M., Ruiz Osorio, C., López Ordoñez, J.P., Stiles, F.G., Parra Vergara, J.L., Cortés Gomez, A.M., Ramírez Pinilla, M.P., Urbina Cardona, N., Zamudio, J.E., Herrera-Collazos, E., Maldonado-Ocampo, J.A., DoNascimento, C., González, M.A., Baptiste, M.P., Ruíz Agudelo, C.A. y García Martínez, H. (2016). *La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia.
- Sánchez-Pérez R., Castillo-Acosta O. y Cámara-Cabrales L. (2011). Regeneración natural de la selva alta perennifolia en el parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco, México. *Polibotánica*, 32: 63-88.
- SENHAMI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (c2023). Descarga de datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. Perú. [Revisada en: 23 En 2023] <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- Silva, E. A. (2018). *Diversidad funcional a través de una gradiente de uso de suelo en la cuenca de Lucre - Provincia De Quispicanchi*. [Tesis de Título Profesional,

Universidad San Antonio Abad del Cusco].

<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4943>.

Silva J. O., Espírito-Santo M. M., y Morais H. C. (2015). Leaf traits and herbivory on deciduous and evergreen trees in a tropical dry forest. *Basic and Applied Ecology*, 16(3): 210–219. Doi:10.1016/j.baae.2015.02.005.

Silveira, H. C., Rezende, A.V. y do Vale, A.T. (2013). Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta Amazonica*, 43(2), 179 – 184. doi:10.1590/S0044-59672013000200007.

Tavera-Carreño, M., Ramírez-Marcial, N., González-Espinosa, M., y Navarrete-Gutiérrez, D.A. (2019). Rasgos funcionales de especies arbóreas raras y abundantes en Bosques de Montaña del Sur De México. *Polibotánica*, 48: 29-41. DOI: 10.18387/polibotanica.48.3

Thiffault, W., Broennimann, O., Hughes, G., Alkmalde, J., Midgley, G. y Corsi, F. (2006). Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions. *Global Change Biology*, 12(3), 424-440. doi:10.1111/j.1365-2486.2006.01115.x

Thomas E., Alcazar C., Moscoso H., Vasquez A., Osorio L. F., Salgado-Negret B., Gonzalez, M., Parra-Quijano M., Bozzano M., Loo J., Jalonen R. y Ramirez W. (2017). The importance of species selection and seed sourcing in forest restoration for enhancing adaptive potential to climate change: Colombian tropical dry forest as a model. *CBD Technical Series*, 89: 122– 134.

Universidad de Buenos Aires (2016). *Ecología general, ecología de comunidades*.

<https://www.ege.fcen.uba.ar/wp-content/uploads/2014/05/Comunidades111.pdf>.

- Vargas, J. y Escobedo, R. (2008). Fisiografía, informe temático. “*Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Satipo – Perú*”. http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/meso/08_zee_satipo/03_Fisiografia.pdf
- Vigil, T.J. (2017). *Características funcionales contrastantes de dos arbustos (Capparaceae) del bosque seco norperuano*. [Tesis de Título Profesional, Universidad Peruana Cayetano Heredia].
- Violle, C., Navas, M.-L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. y Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116(5), 882-92. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>
- Weemstra, M., Mommer, L., Visser, E. J. W., van Ruijven, J., Kuyper, T. W., Mohren, G. M. J., y Sterck, F. J. (2016). Towards a multidimensional root trait framework: a tree root review. *New Phytologist*, 211(4), 1159–1169. doi:10.1111/nph.14003
- Weiher, E., van der Werf, Thompson, K., Roderick, M., Garnier, E. y Eriksson, O. (1999). A common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of vegetation science*, 10, 609 – 620. <https://doi.org/10.2307/3237076>.
- Westoby, M. (1998). A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil*, 199(2), 213–227. doi:10.1023/A:1004327224729.
- Westoby, M. (2007). Plant ecological strategies. *South African Journal of Botany*, 73(2), 275–276. doi:10.1016/j.sajb.2007.02.008.
- Zelada, G. H. (2018). Área foliar y densidad básica en ramas de especies arbóreas en gradientes altitudinales de un Bosque Húmedo Tropical en Huánuco. Tesis de Título Profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina].

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3576/zelada-garate-humberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Zelada, G. H. y Reynel, C. (2019). Estimación de rasgos funcionales en dos especies arbóreas de una gradiente altitudinal tropical en el Centro de Perú. *Revista Forestal Del Perú*, 34(2), 132. <https://doi.org/10.21704/rfp.v34i2.1323>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Datos de dos fuentes de información de rasgos funcionales

Investigador	Kattge et al. (2019)			Baéz et al. (2022)			
Especie/rasgo funcional	AF (cm ²)	AFE (cm ² /g)	Dm (g/cm ³)	AF (cm ²)	AFE (cm ² /g)	EF (mm)	Dm (g/cm ³)
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	-	167,4	0,65	-	119,4	-	-
<i>Aspidosperma</i> sp.	33,14	199,11	0,58	54,28	126,9	0,26	0,68
<i>Alseis peruviana</i> .	-	-	0,65	253,58	152,39	0,19	0,57
<i>Calyptranthes</i> sp.	-	-	0,68	20,64	122,65	0,17	0,65
<i>Capparidastrum petiolare</i>	-	-	0,66	51,53	110,28	-	0,45
<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Simira macrocrater</i>	-	-	0,68	-	213,07	0,14	0,55
<i>Trichilia adolfi</i>	-	-	0,61	331,82	158,12	0,15	0,54
<i>Trichilia clausenii</i>	-	-	-	139,04	141,2	0,12	0,34
<i>Trichilia reynelii</i>	-	-	-	-	-	-	-
Myrtaceae	-	-	0,68	54,61	101,68	0,23	0,59

Anexo 2. Constancia de identificación botánica emitida por el Herbario I.S.V. de la
Universidad Nacional de Jaén



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Jaén, 19 de mayo del 2023.

Herbario Isidoro Sánchez Vega
ICNDMB Código de Autorización N° AUT-ICND-2023-004

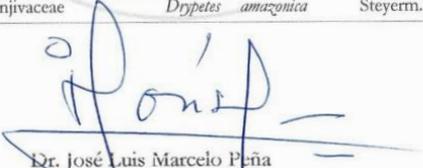
CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

Por medio de la presente damos constancia de la identificación de 38 muestras botánicas, a solicitud del Bach. Ronald Omar Guevara Juarez, de la Universidad Nacional de Cajamarca sede Jaén en el marco de proyecto de tesis titulado "Rasgos funcionales de los Bosques Estacionalmente Secos del Valle del Rio Tambo, Satipo - Perú". Las colectas se registran y depositan a la colección del Herbario ISV de la Universidad Nacional de Jaén.

Las identificaciones corresponden a las siguientes especies.

N°	DUP	CÓDIGO	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	AUTOR
1	1	11005a	Capparaceae	<i>Cappariadastrum</i>	<i>petiolare</i>	(Kunth) Hutch.
2	1	11006a	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>adolfi</i>	Harms
3	7	11007a	Myrtaceae			
4	3	11008a	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>clausenii</i>	C.DC.
5	1	11010a	Rubiaceae	<i>Alseis</i>	<i>peruviana</i>	Standl.
6	2	11011a	Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	sp.	
7	1	11012a	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>clausenii</i>	C.DC.
8	1	11013a	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>reynelii</i>	T.D. Perin.
9	3	11014a	Rubiaceae	<i>Simira</i>	<i>macrocrater</i>	(K. Schum.) Steyerm.
10	8	11015a	Myrtaceae	<i>Calyptanthus</i>	sp.	
11	4	11016a	Malvaceae	<i>Pentoplaris</i>	<i>davidsmithii</i>	Dorr & C. Bayer
12	5	11017a	Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	<i>cylindrocarpon</i>	Müll. Arg.
13	1	11018a	Putranjivaceae	<i>Drypetes</i>	<i>amazonica</i>	Steyerm.

Atentamente,


Dr. José Luis Marcelo Peña
Director del Herbario ISV
Universidad Nacional de Jaén

Herbario Isidoro Sánchez Vega
Universidad Nacional de Jaén
Carretera Jaén-San Ignacio Km 24
Correo: herbario@unj.edu.pe

Anexo 3. Panel fotográfico de las especies estudiadas

Alseis peruviana Standl.



Aspidosperma sp.



Trichilia reynelii T.D. Penn



Trichilia clausenii C. DC.



Trichilia adolfi Harms



Capparidastrum petiolare (Kunth) Hutch.



Aspidosperma cylindrocarpon Müll. Arg.



Pentaplaris davidsmithii Dorr & C. Bayer



Simira macrocrater (K. Schum.) Steyerl.



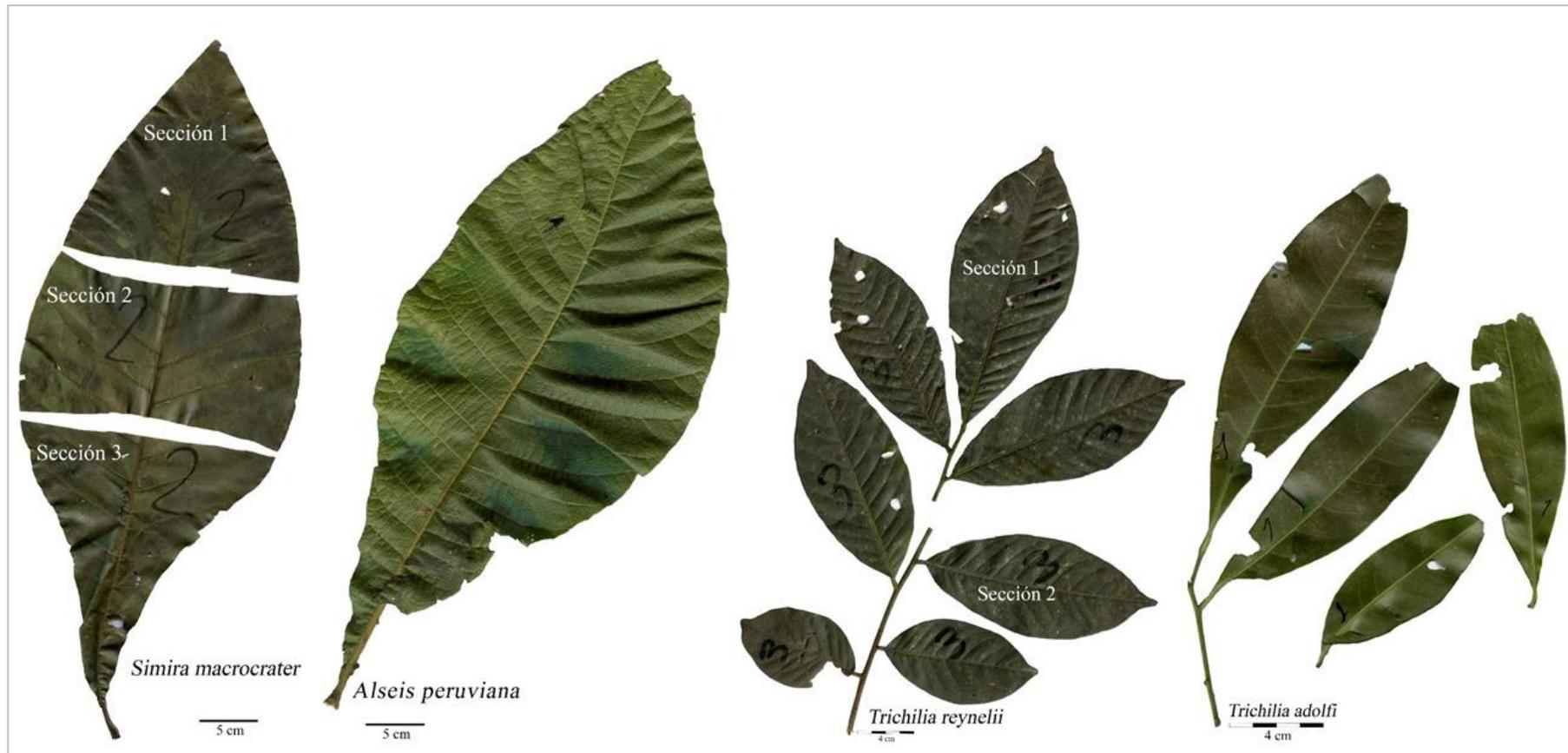
Calyptranthes sp.



Myrtaceae indeterminada



Anexo 4. Tamaños de las láminas de hojas simples y compuestas del estudio



Anexo 5. Mediciones registradas en campo y gabinete para el cálculo y obtención del AFE y CFMS

Familia	Especie	N°	PPM	Árbol	Número de hoja	Espesor 1	Espesor 2	Espesor promedio	Peso húmedo	Peso seco	Área foliar (AF)	Área foliar específica (AFE)	Contenido foliar de material seca (CFMS)
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	5	1	5	1	0,182	0,179	0,1805	0,385	0,14	25,842	184,59	0,36
		5	1	5	2	0,179	0,176	0,1775	0,353	0,11	25,174	228,85	0,31
		5	1	5	3	0,133	0,135	0,134	0,225	0,08	23,702	296,28	0,36
		5	1	5	4	0,172	0,18	0,176	0,315	0,1	18,898	188,98	0,32
		5	1	5	5	0,157	0,15	0,1535	0,398	0,15	19,319	128,79	0,38
		5	1	5	6	0,159	0,169	0,164	0,377	0,14	26,023	185,88	0,37
		5	1	5	7	0,144	0,133	0,1385	0,288	0,11	21,851	198,65	0,38
		5	1	5	8	0,182	0,166	0,174	0,343	0,12	22,237	185,31	0,35
		5	1	5	9	0,159	0,151	0,155	0,295	0,11	20,051	182,28	0,37
		5	1	5	10	0,175	0,183	0,179	0,453	0,16	28,293	176,83	0,35
Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	7	1	8	1	0,247	0,24	0,2435	4,425	1,93	204,563	105,99	0,44
		7	1	8	2	0,236	0,23	0,233	4,087	1,62	198,617	122,60	0,40
		7	1	8	3	0,277	0,276	0,2765	5,939	2,35	206,974	88,07	0,40
		7	1	8	4	0,293	0,285	0,289	11,15	4,74	357,426	75,41	0,43
		7	1	8	5	0,27	0,255	0,2625	6,827	2,97	261,558	88,07	0,44
		7	1	8	6	0,196	0,157	0,1765	3,03	1,02	163,33	160,13	0,34
		7	1	8	7	0,303	0,312	0,3075	7,407	3	328,433	109,48	0,41
		7	1	8	8	0,326	0,299	0,3125	5,535	2,21	238,113	107,74	0,40
		7	1	8	9	0,303	0,281	0,292	5,792	2,36	239,189	101,35	0,41
		7	1	8	10	0,251	0,253	0,252	3,987	1,6	222,87	139,29	0,40

Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	47	1	15	1	0,157	0,161	0,159	4,743	1,64	206,016	125,62	0,35
		47	1	15	2	0,169	0,178	0,1735	8,19	2,57	281,559	109,56	0,31
		47	1	15	3	0,161	0,16	0,1605	13,468	4,91	528,394	107,62	0,36
		47	1	15	4	0,178	0,183	0,1805	15,976	5,41	379,561	70,16	0,34
		47	1	15	5	0,161	0,164	0,1625	7,39	2,46	276,522	112,41	0,33
		47	1	15	6	0,177	0,173	0,175	12,365	4,06	451,129	111,12	0,33
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	1	1	21	1	0,179	0,177	0,178	0,34	0,1	22,978	229,78	0,29
		1	1	21	2	0,156	0,172	0,164	0,383	0,12	27,82	231,83	0,31
		1	1	21	3	0,166	0,164	0,165	0,384	0,11	24,965	226,95	0,29
		1	1	21	4	0,158	0,163	0,1605	0,374	0,11	23,506	213,69	0,29
		1	1	21	5	0,157	0,153	0,155	0,428	0,13	31,489	242,22	0,30
		1	1	21	6	0,145	0,145	0,145	0,386	0,11	27,715	251,95	0,28
		1	1	21	7	0,151	0,157	0,154	0,411	0,12	28,354	236,28	0,29
		1	1	21	8	0,147	0,145	0,146	0,395	0,1	28,739	287,39	0,25
		1	1	21	9	0,15	0,157	0,1535	0,509	0,15	35,732	238,21	0,29
		1	1	21	10	0,181	0,169	0,175	0,421	0,12	25,524	212,70	0,29
Myrtaceae	<i>Trichilia clausenii</i>	34	1	24	1	0,159	0,149	0,154	1,371	0,6	71,538	119,23	0,44
		34	1	24	2	0,168	0,159	0,1635	2,401	1,01	128,485	127,21	0,42
		34	1	24	3	0,137	0,146	0,1415	2,793	1,1	154,934	140,85	0,39
		34	1	24	4	0,184	0,15	0,167	2,725	1,02	139,869	137,13	0,37
		34	1	24	5	0,152	0,153	0,1525	2,278	0,93	123,39	132,68	0,41
		34	1	24	6	0,153	0,154	0,1535	3,775	1,5	184,558	123,04	0,40
		34	1	24	7	0,149	0,154	0,1515	1,651	0,7	79,279	113,26	0,42
		34	1	24	8	0,133	0,139	0,136	2,222	1	119,55	119,55	0,45
		34	1	24	9	0,145	0,144	0,1445	2,174	0,93	110,623	118,95	0,43
		34	1	24	10	0,119	0,114	0,1165	1,953	0,83	111,467	134,30	0,42
Meliaceae		10	2	26	1	0,155	0,144	0,1495	2,159	0,91	101,588	111,64	0,42

	<i>Trichilia clausenii</i>	10	2	26	2	0,152	0,151	0,1515	1,963	0,86	98,782	114,86	0,44
		10	2	26	3	0,15	0,153	0,1515	2,549	1,08	113,954	105,51	0,42
		10	2	26	4	0,15	0,141	0,1455	2,415	1,02	108,063	105,94	0,42
		10	2	26	5	0,153	0,155	0,154	3,851	1,57	169,867	108,20	0,41
		10	2	26	6	0,167	0,159	0,163	2,487	1,06	118,942	112,21	0,43
		10	2	26	7	0,144	0,141	0,1425	2,063	0,9	99,639	110,71	0,44
		10	2	26	8	0,15	0,148	0,149	2,279	1	108,879	108,88	0,44
		10	2	26	9	0,152	0,153	0,1525	3,195	1,34	148,897	111,12	0,42
		10	2	26	10	0,151	0,147	0,149	2,662	1,1	123,941	112,67	0,41
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	31	2	28	1	0,227	0,217	0,222	3,389	0,8849	130,263	147,21	0,26
		31	2	28	2	0,204	0,204	0,204	4,325	1,25	169,907	135,93	0,29
		31	2	28	3	0,217	0,213	0,215	4	1,13	164,371	145,46	0,28
		31	2	28	4	0,215	0,209	0,212	3,79	1,06	148,679	140,26	0,28
		31	2	28	5	0,213	0,206	0,2095	4,041	1,1	166,404	151,28	0,27
		31	2	28	6	0,238	0,239	0,2385	1,786	0,49	72,773	148,52	0,27
		31	2	28	7	0,234	0,232	0,233	2,502	0,69	106,621	154,52	0,28
		31	2	28	8	0,196	0,199	0,1975	1,534	0,43	70,992	165,10	0,28
		31	2	28	9	0,21	0,205	0,2075	2,56	0,72	112,933	156,85	0,28
		31	2	28	10	0,216	0,205	0,2105	2,366	0,71	95,26	134,17	0,30
Myrtaceae	Indeterminada	17	2	30	1	0,287	0,283	0,285	0,417	0,22	14,031	63,78	0,53
		17	2	30	2	0,291	0,29	0,2905	0,753	0,4	23,646	59,12	0,53
		17	2	30	3	0,284	0,285	0,2845	0,536	0,28	18,166	64,88	0,52
		17	2	30	4	0,266	0,268	0,267	0,534	0,29	17,259	59,51	0,54
		17	2	30	5	0,272	0,267	0,2695	0,598	0,31	19,356	62,44	0,52
		17	2	30	6	0,299	0,299	0,299	0,68	0,35	20,805	59,44	0,51
		17	2	30	7	0,294	0,277	0,2855	0,456	0,23	15,042	65,40	0,50
		17	2	30	8	0,297	0,303	0,3	0,93	0,49	26,592	54,27	0,53

		17	2	30	9	0,297	0,288	0,2925	0,786	0,39	24,69	63,31	0,50
		17	2	30	10	0,284	0,296	0,29	0,639	0,33	20,315	61,56	0,52
Myrtaceae	Indeterminada	12	2	31	1	0,286	0,286	0,286	0,661	0,34	21,101	62,06	0,51
		12	2	31	2	0,287	0,285	0,286	0,646	0,32	19,95	62,34	0,50
		12	2	31	3	0,282	0,291	0,2865	0,829	0,4	26,865	67,16	0,48
		12	2	31	4	0,298	0,291	0,2945	1,038	0,48	32,121	66,92	0,46
		12	2	31	5	0,283	0,286	0,2845	0,359	0,17	11,559	67,99	0,47
		12	2	31	6	0,269	0,274	0,2715	0,822	0,39	27,805	71,29	0,47
		12	2	31	7	0,284	0,287	0,2855	0,608	0,29	19,961	68,83	0,48
		12	2	31	8	0,258	0,261	0,2595	0,656	0,3	23,053	76,84	0,46
		12	2	31	9	0,272	0,274	0,273	1,045	0,5	33,072	66,14	0,48
		12	2	31	10	0,277	0,28	0,2785	0,687	0,34	21,856	64,28	0,49
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	18	2	32	1	0,166	0,152	0,159	0,876	0,34	59,113	173,86	0,39
		18	2	32	2	0,178	0,182	0,18	0,8	0,36	44,855	124,60	0,45
		18	2	32	3	0,2	0,19	0,195	0,714	0,37	38,047	102,83	0,52
		18	2	32	4	0,173	0,184	0,1785	0,663	0,33	36,205	109,71	0,50
		18	2	32	5	0,165	0,158	0,1615	0,619	0,29	39,23	135,28	0,47
		18	2	32	6	0,203	0,195	0,199	0,608	0,34	28,38	83,47	0,56
		18	2	32	7	0,173	0,174	0,1735	0,576	0,28	30,454	108,76	0,49
		18	2	32	8	0,192	0,195	0,1935	0,72	0,35	34,655	99,01	0,49
		18	2	32	9	0,179	0,177	0,178	0,638	0,31	33,494	108,05	0,49
		18	2	32	10	0,141	0,156	0,1485	0,417	0,2	24,933	124,67	0,48
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	6	2	37	1	0,279	0,253	0,266	2,608	0,77	78,158	101,50	0,30
		6	2	37	2	0,258	0,244	0,251	2,325	0,87	90,701	104,25	0,37
		6	2	37	3	0,252	0,253	0,2525	3,563	1,36	132,554	97,47	0,38
		6	2	37	4	0,26	0,26	0,26	3,153	1,41	120,51	85,47	0,45
		6	2	37	5	0,268	0,254	0,261	4,475	2	156,329	78,16	0,45

		6	2	37	6	0,248	0,227	0,2375	2,962	1,03	119,201	115,73	0,35
		6	2	37	7	0,256	0,258	0,257	3,195	1,29	117,214	90,86	0,40
		6	2	37	8	0,255	0,258	0,2565	5,111	1,93	171,585	88,90	0,38
		6	2	37	9	0,265	0,263	0,264	6,459	2,89	222,731	77,07	0,45
		6	2	37	10	0,263	0,26	0,2615	5,309	2,2	177,299	80,59	0,41
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	14	3	59	1	0,285	0,29	0,2875	0,69	0,32	22,863	71,45	0,46
		14	3	59	2	0,263	0,243	0,253	0,718	0,34	25,102	73,83	0,47
		14	3	59	3	0,267	0,273	0,27	1,005	0,45	34,512	76,69	0,45
		14	3	59	4	0,228	0,231	0,2295	0,961	0,4	38,279	95,70	0,42
		14	3	59	5	0,267	0,276	0,2715	0,913	0,41	31,559	76,97	0,45
		14	3	59	6	0,278	0,276	0,277	1,857	0,79	59,231	74,98	0,43
		14	3	59	7	0,24	0,277	0,2585	0,693	0,33	24,615	74,59	0,48
		14	3	59	8	0,246	0,26	0,253	1,026	0,44	40,793	92,71	0,43
		14	3	59	9	0,282	0,274	0,278	1,183	0,53	41,316	77,95	0,45
		14	3	59	10	0,25	0,274	0,262	1,272	0,54	51,314	95,03	0,42
Myrtaceae	Indeterminada	16	3	60	1	0,245	0,254	0,2495	0,286	0,16	10,184	63,65	0,56
		16	3	60	2	0,272	0,275	0,2735	0,473	0,24	14,861	61,92	0,51
		16	3	60	3	0,261	0,264	0,2625	0,43	0,22	14,493	65,88	0,51
		16	3	60	4	0,251	0,274	0,2625	0,33	0,18	10,567	58,71	0,55
		16	3	60	5	0,248	0,25	0,249	0,291	0,16	9,725	60,78	0,55
		16	3	60	6	0,24	0,252	0,246	0,287	0,17	9,911	58,30	0,59
		16	3	60	7	0,26	0,269	0,2645	0,464	0,24	15,27	63,63	0,52
		16	3	60	8	0,256	0,259	0,2575	0,351	0,17	12,098	71,16	0,48
		16	3	60	9	0,285	0,276	0,2805	0,665	0,34	20,642	60,71	0,51
		16	3	60	10	0,255	0,257	0,256	0,35	0,17	12,068	70,99	0,49
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	3	3	62	1	0,144	0,145	0,1445	0,486	0,2	34,64	173,20	0,41
		3	3	62	2	0,15	0,142	0,146	0,344	0,13	24,73	190,23	0,38

		3	3	62	3	0,144	0,143	0,1435	0,47	0,16	33,608	210,05	0,34
		3	3	62	4	0,147	0,149	0,148	0,29	0,12	22,262	185,52	0,41
		3	3	62	5	0,143	0,147	0,145	0,287	0,12	23,357	194,64	0,42
		3	3	62	6	0,143	0,138	0,1405	0,317	0,13	22,992	176,86	0,41
		3	3	62	7	0,14	0,143	0,1415	0,334	0,12	24,89	207,42	0,36
		3	3	62	8	0,133	0,129	0,131	0,31	0,12	23,685	197,38	0,39
		3	3	62	9	0,147	0,149	0,148	0,546	0,19	40,102	211,06	0,35
		3	3	62	10	0,132	0,135	0,1335	0,412	0,14	31,405	224,32	0,34
Myrtaceae	Indeterminada	13	4	80	1	0,298	0,299	0,2985	0,639	0,31	20,605	66,47	0,49
		13	4	80	2	0,269	0,259	0,264	0,57	0,3	20,013	66,71	0,53
		13	4	80	3	0,278	0,265	0,2715	0,639	0,28	22,186	79,24	0,44
		13	4	80	4	0,286	0,28	0,283	0,541	0,34	17,855	52,51	0,63
		13	4	80	5	0,254	0,257	0,2555	0,526	0,25	19,385	77,54	0,48
		13	4	80	6	0,254	0,254	0,254	0,621	0,25	23,649	94,60	0,40
		13	4	80	7	0,27	0,282	0,276	0,729	0,32	24,846	77,64	0,44
		13	4	80	8	0,279	0,274	0,2765	0,622	0,29	20,113	69,36	0,47
		13	4	80	9	0,279	0,282	0,2805	0,696	0,33	22,238	67,39	0,47
		13	4	80	10	0,274	0,272	0,273	0,573	0,26	18,622	71,62	0,45
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	21	4	82	1	0,193	0,211	0,202	6,774	3,22	348,757	108,31	0,48
		21	4	82	2	0,218	0,228	0,223	1,973	1,24	110,349	88,99	0,63
		21	4	82	3	0,199	0,215	0,207	1,925	0,86	90,107	104,78	0,45
		21	4	82	4	0,223	0,218	0,2205	2,696	1,06	120,56	113,74	0,39
		21	4	82	5	0,185	0,191	0,188	1,998	0,89	103,149	115,90	0,45
		21	4	82	6	0,211	0,207	0,209	2,565	1,33	131,511	98,88	0,52
		21	4	82	7	0,198	0,206	0,202	1,764	0,74	89,254	120,61	0,42
		21	4	82	8	0,18	0,177	0,1785	0,738	0,29	39,764	137,12	0,39
		21	4	82	9	0,181	0,184	0,1825	1,546	0,96	93,719	97,62	0,62

		21	4	82	10	0,199	0,194	0,1965	1,986	0,83	99,145	119,45	0,42
Myrtaceae	Indeterminada	15	4	83	1	0,247	0,249	0,248	0,413	0,15	16,457	109,71	0,36
		15	4	83	2	0,278	0,273	0,2755	0,738	0,38	24,19	63,66	0,51
		15	4	83	3	0,276	0,284	0,28	0,73	0,4	23,482	58,71	0,55
		15	4	83	4	0,276	0,274	0,275	0,409	0,21	13,523	64,40	0,51
		15	4	83	5	0,238	0,23	0,234	0,382	0,11	15,929	144,81	0,29
		15	4	83	6	0,27	0,274	0,272	0,67	0,35	23,316	66,62	0,52
		15	4	83	7	0,244	0,236	0,24	0,457	0,13	18,376	141,35	0,28
		15	4	83	8	0,263	0,265	0,264	0,416	0,21	14,328	68,23	0,50
		15	4	83	9	0,238	0,236	0,237	0,421	0,12	17,467	145,56	0,29
		15	4	83	10	0,286	0,288	0,287	0,467	0,21	16,103	76,68	0,45
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	9	4	99	1	0,157	0,155	0,156	0,374	0,13	27,509	211,61	0,35
		9	4	99	2	0,139	0,151	0,145	0,339	0,12	26,79	223,25	0,35
		9	4	99	3	0,155	0,142	0,1485	0,398	0,14	31,046	221,76	0,35
		9	4	99	4	0,142	0,142	0,142	0,385	0,13	27,134	208,72	0,34
		9	4	99	5	0,138	0,128	0,133	0,319	0,12	24,001	200,01	0,38
		9	4	99	6	0,142	0,155	0,1485	0,381	0,14	29,525	210,89	0,37
		9	4	99	7	0,147	0,15	0,1485	0,376	0,14	26,93	192,36	0,37
		9	4	99	8	0,14	0,136	0,138	0,332	0,12	24,774	206,45	0,36
		9	4	99	9	0,144	0,141	0,1425	0,305	0,11	22,33	203,00	0,36
		9	4	99	10	0,146	0,133	0,1395	0,348	0,12	25,575	213,13	0,34
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	19	4	100	1	0,186	0,177	0,1815	0,779	0,37	40,273	108,85	0,47
		19	4	100	2	0,187	0,189	0,188	0,507	0,26	25,826	99,33	0,51
		19	4	100	3	0,189	0,197	0,193	1,326	0,67	63,283	94,45	0,51
		19	4	100	4	0,182	0,184	0,183	1,413	0,74	68,947	93,17	0,52
		19	4	100	5	0,185	0,182	0,1835	0,938	0,46	47,585	103,45	0,49
		19	4	100	6	0,197	0,196	0,1965	0,962	0,49	44,32	90,45	0,51

		19	4	100	7	0,179	0,186	0,1825	1,013	0,51	53,41	104,73	0,50
		19	4	100	8	0,19	0,187	0,1885	0,969	0,43	49,298	114,65	0,44
		19	4	100	9	0,172	0,177	0,1745	1,04	0,53	54,993	103,76	0,51
		19	4	100	10	0,172	0,173	0,1725	0,883	0,45	51,444	114,32	0,51
Myrtaceae	Indeterminada	25	5	107	1	0,249	0,251	0,25	0,476	0,21	18,585	88,50	0,44
		25	5	107	2	0,287	0,267	0,277	0,429	0,22	15,405	70,02	0,51
		25	5	107	3	0,279	0,281	0,28	0,485	0,26	17,218	66,22	0,54
		25	5	107	4	0,246	0,246	0,246	0,465	0,21	18,705	89,07	0,45
		25	5	107	5	0,28	0,284	0,282	0,38	0,18	13,228	73,49	0,47
		25	5	107	6	0,265	0,269	0,267	0,437	0,23	15,659	68,08	0,53
		25	5	107	7	0,273	0,267	0,27	0,428	0,21	15,639	74,47	0,49
		25	5	107	8	0,227	0,231	0,229	0,493	0,26	20,865	80,25	0,53
		25	5	107	9	0,256	0,252	0,254	0,512	0,24	19,336	80,57	0,47
		25	5	107	10	0,252	0,245	0,2485	0,357	0,18	13,963	77,57	0,50
Meliaceae	<i>Trichilia clausenii</i>	27	5	109	1	0,135	0,134	0,1345	2,234	0,92	118,395	128,69	0,41
		27	5	109	2	0,134	0,129	0,1315	2,383	0,94	115,211	122,56	0,39
		27	5	109	3	0,125	0,132	0,1285	1,751	0,8	93,178	116,47	0,46
		27	5	109	4	0,129	0,126	0,1275	2,121	1,05	121,748	115,95	0,50
		27	5	109	5	0,111	0,108	0,1095	1,495	0,68	89,754	131,99	0,45
		27	5	109	6	0,126	0,136	0,131	1,037	0,4	60,823	152,06	0,39
		27	5	109	7	0,123	0,133	0,128	1,299	0,57	71,659	125,72	0,44
		27	5	109	8	0,123	0,133	0,128	0,843	0,39	54,714	140,29	0,46
		27	5	109	9	0,14	0,128	0,134	1,742	0,72	95,377	132,47	0,41
		27	5	109	10	0,121	0,13	0,1255	2,17	0,86	125,422	145,84	0,40
Myrtaceae	Indeterminada	23	5	110	1	0,26	0,257	0,2585	0,288	0,16	11,46	71,63	0,56
		23	5	110	2	0,241	0,248	0,2445	0,314	0,19	12,294	64,71	0,61
		23	5	110	3	0,24	0,236	0,238	0,266	0,08	11,56	144,50	0,30

		23	5	110	4	0,262	0,259	0,2605	0,461	0,25	17,299	69,20	0,54
		23	5	110	5	0,213	0,218	0,2155	0,212	0,13	9,42	72,46	0,61
		23	5	110	6	0,218	0,21	0,214	0,305	0,21	14,601	69,53	0,69
		23	5	110	7	0,257	0,255	0,256	0,418	0,22	16,806	76,39	0,53
		23	5	110	8	0,221	0,22	0,2205	0,289	0,17	13,231	77,83	0,59
		23	5	110	9	0,218	0,216	0,217	0,289	0,18	12,954	71,97	0,62
		23	5	110	10	0,225	0,224	0,2245	0,246	0,07	11,33	161,86	0,28
Myrtaceae	Indeterminada	22	5	117	1	0,249	0,243	0,246	0,45	0,21	17,414	82,92	0,47
		22	5	117	2	0,216	0,218	0,217	0,367	0,24	15,006	62,53	0,65
		22	5	117	3	0,222	0,224	0,223	0,333	0,21	13,239	63,04	0,63
		22	5	117	4	0,286	0,284	0,285	0,462	0,23	14,981	65,13	0,50
		22	5	117	5	0,18	0,177	0,1785	0,505	0,29	25,024	86,29	0,57
		22	5	117	6	0,221	0,227	0,224	0,298	0,19	11,733	61,75	0,64
		22	5	117	7	0,219	0,22	0,2195	0,261	0,15	10,331	68,87	0,57
		22	5	117	8	0,238	0,237	0,2375	0,413	0,21	16,131	76,81	0,51
		22	5	117	9	0,237	0,23	0,2335	0,289	0,17	10,965	64,50	0,59
		22	5	117	10	0,262	0,266	0,264	0,35	0,18	12,252	68,07	0,51
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	40	5	125	1	0,243	0,248	0,2455	6,005	1,96	221,629	113,08	0,33
		40	5	125	2	0,285	0,286	0,2855	3,452	1,16	124,762	107,55	0,34
		40	5	125	3	0,26	0,261	0,2605	2,482	0,76	94,023	123,71	0,31
		40	5	125	4	0,239	0,235	0,237	4,088	1,32	161,619	122,44	0,32
		40	5	125	5	0,284	0,279	0,2815	2,767	0,81	97,211	120,01	0,29
		40	5	125	6	0,234	0,244	0,239	5,129	1,76	196,655	111,74	0,34
		40	5	125	7	0,266	0,276	0,271	4,822	1,59	176,001	110,69	0,33
		40	5	125	8	0,278	0,264	0,271	7,008	2,18	259,162	118,88	0,31
		40	5	125	9	0,264	0,273	0,2685	2,974	1,04	103,14	99,17	0,35
		40	5	125	10	0,2	0,198	0,199	2,45	0,79	105,886	134,03	0,32

Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	30	6	134	1	0,205	0,198	0,2015	3,102	1,57	150,457	95,83	0,51
		30	6	134	2	0,186	0,185	0,1855	1,898	0,91	96,55	106,10	0,48
		30	6	134	3	0,2	0,194	0,197	2,823	1,35	141,09	104,51	0,48
		30	6	134	4	0,169	0,172	0,1705	1,827	0,75	87,68	116,91	0,41
		30	6	134	5	0,193	0,228	0,2105	0,859	0,38	42,525	111,91	0,44
		30	6	134	6	0,184	0,195	0,1895	1,737	0,85	90,432	106,39	0,49
		30	6	134	7	0,197	0,182	0,1895	1,63	0,77	90,628	117,70	0,47
		30	6	134	8	0,168	0,179	0,1735	0,944	0,42	58,114	138,37	0,44
		30	6	134	9	0,173	0,162	0,1675	0,771	0,29	51,204	176,57	0,38
		30	6	134	10	0,168	0,166	0,167	1,084	0,47	69,833	148,58	0,43
Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	26	6	146	1	0,24	0,252	0,246	5,276	2,09	211,585	101,24	0,40
		26	6	146	2	0,223	0,214	0,2185	3,832	1,8	163,705	90,95	0,47
		26	6	146	3	0,229	0,232	0,2305	11,427	5,11	465,746	91,14	0,45
		26	6	146	4	0,156	0,179	0,1675	6,671	3,26	395,107	121,20	0,49
		26	6	146	5	0,206	0,198	0,202	7,033	2,49	354,584	142,40	0,35
		26	6	146	6	0,199	0,214	0,2065	9,153	3,88	457,483	117,91	0,42
		26	6	146	7	0,145	0,15	0,1475	3,135	1,69	213,485	126,32	0,54
		26	6	146	8	0,201	0,207	0,204	5,332	1,99	255,649	128,47	0,37
		26	6	146	9	0,193	0,191	0,192	8,292	3,65	472,069	129,33	0,44
		26	6	146	10	0,191	0,184	0,1875	6,654	3,15	367,243	116,59	0,47
Meliaceae	<i>Trichilia clausenii</i>	36	7	151	1	0,144	0,147	0,1455	2,011	0,84	102,078	121,52	0,42
		36	7	151	2	0,122	0,128	0,125	0,752	0,28	47,863	170,94	0,37
		36	7	151	3	0,148	0,139	0,1435	2,409	1	127,618	127,62	0,42
		36	7	151	4	0,137	0,126	0,1315	1,506	0,76	85,452	112,44	0,50
		36	7	151	5	0,146	0,139	0,1425	1,674	0,73	91,11	124,81	0,44
		36	7	151	6	0,137	0,137	0,137	2,282	0,96	130,408	135,84	0,42
		36	7	151	7	0,15	0,145	0,1475	2,42	1	129,63	129,63	0,41

		36	7	151	8	0,135	0,135	0,135	1,36	0,58	79,766	137,53	0,43
		36	7	151	9	0,137	0,142	0,1395	1,378	0,58	75,633	130,40	0,42
		36	7	151	10	0,11	0,109	0,1095	1,516	0,65	91,436	140,67	0,43
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	35	7	156	1	0,245	0,233	0,239	3,651	1,55	140,119	90,40	0,42
		35	7	156	2	0,22	0,224	0,222	2,807	1,08	123,484	114,34	0,38
		35	7	156	3	0,223	0,234	0,2285	2,813	1,26	105,601	83,81	0,45
		35	7	156	4	0,204	0,206	0,205	1,147	0,4	48,507	121,27	0,35
		35	7	156	5	0,22	0,217	0,2185	2,948	1,03	99,399	96,50	0,35
		35	7	156	6	0,258	0,267	0,2625	2,824	1,39	99,684	71,72	0,49
		35	7	156	7	0,24	0,218	0,229	3,224	1	119,414	119,41	0,31
		35	7	156	8	0,234	0,235	0,2345	2,004	0,65	81,59	125,52	0,32
		35	7	156	9	0,22	0,205	0,2125	1,205	0,45	54,229	120,51	0,37
		35	7	156	10	0,22	0,221	0,2205	2,353	0,91	98,593	108,34	0,39
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	37	6	158	1	0,299	0,29	0,2945	1,541	0,61	44,184	72,43	0,40
		37	6	158	2	0,289	0,313	0,301	1,967	0,82	62,008	75,62	0,42
		37	6	158	3	0,32	0,289	0,3045	1,338	0,57	40,896	71,75	0,43
		37	6	158	4	0,286	0,324	0,305	1,67	0,57	47,202	82,81	0,34
		37	6	158	5	0,293	0,28	0,2865	1,543	0,63	52,542	83,40	0,41
		37	6	158	6	0,309	0,339	0,324	2,456	0,96	72,904	75,94	0,39
		37	6	158	7	0,324	0,313	0,3185	1,91	0,85	53,948	63,47	0,45
		37	6	158	8	0,322	0,314	0,318	3,561	1,54	90,33	58,66	0,43
		37	6	158	9	0,312	0,333	0,3225	1,702	0,69	52,257	75,73	0,41
		37	6	158	10	0,313	0,317	0,315	2,385	0,95	74,816	78,75	0,40
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	33	7	163	1	0,181	0,173	0,177	0,393	0,16	20,379	127,37	0,41
		33	7	163	2	0,198	0,196	0,197	0,768	0,32	34,586	108,08	0,42
		33	7	163	3	0,188	0,188	0,188	0,703	0,26	34,567	132,95	0,37
		33	7	163	4	0,175	0,182	0,1785	0,417	0,17	22,078	129,87	0,41

		33	7	163	5	0,186	0,177	0,1815	0,437	0,18	21,123	117,35	0,41
		33	7	163	6	0,185	0,183	0,184	0,848	0,3	42,994	143,31	0,35
		33	7	163	7	0,182	0,179	0,1805	0,496	0,18	26,485	147,14	0,36
		33	7	163	8	0,179	0,179	0,179	0,546	0,21	29,178	138,94	0,38
		33	7	163	9	0,192	0,204	0,198	0,829	0,33	37,108	112,45	0,40
		33	7	163	10	0,191	0,195	0,193	0,715	0,28	35,038	125,14	0,39
Myrtaceae	Indeterminada	24	3	185	1	0,285	0,293	0,289	0,814	0,47	24,529	52,19	0,58
		24	3	185	2	0,284	0,28	0,282	0,723	0,32	24,757	77,37	0,44
		24	3	185	3	0,252	0,259	0,2555	0,363	0,17	12,918	75,99	0,47
		24	3	185	4	0,261	0,259	0,26	0,438	0,21	15,398	73,32	0,48
		24	3	185	5	0,252	0,255	0,2535	0,405	0,19	14,662	77,17	0,47
		24	3	185	6	0,249	0,253	0,251	0,468	0,21	16,847	80,22	0,45
		24	3	185	7	0,276	0,278	0,277	0,698	0,3	23,578	78,59	0,43
		24	3	185	8	0,275	0,277	0,276	0,797	0,37	26,617	71,94	0,46
		24	3	185	9	0,248	0,252	0,25	0,435	0,19	16,682	87,80	0,44
		24	3	185	10	0,251	0,255	0,253	0,441	0,18	16,343	90,79	0,41
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	28	9	230	1	0,241	0,222	0,2315	0,72	0,31	32,527	104,93	0,43
		28	9	230	2	0,204	0,205	0,2045	0,715	0,33	33,015	100,05	0,46
		28	9	230	3	0,166	0,174	0,17	0,802	0,33	44,559	135,03	0,41
		28	9	230	4	0,208	0,191	0,1995	0,624	0,22	35,139	159,72	0,35
		28	9	230	5	0,174	0,176	0,175	0,553	0,29	30,019	103,51	0,52
		28	9	230	6	0,234	0,242	0,238	1,377	0,52	54,762	105,31	0,38
		28	9	230	7	0,201	0,202	0,2015	0,946	0,34	48,357	142,23	0,36
		28	9	230	8	0,203	0,214	0,2085	0,982	0,37	48,43	130,89	0,38
		28	9	230	9	0,212	0,221	0,2165	0,986	0,39	46,792	119,98	0,40
		28	9	230	10	0,201	0,213	0,207	0,639	0,25	32,889	131,56	0,39
Meliaceae		29	9	243	1	0,165	0,145	0,155	1,41	0,65	70,134	107,90	0,46

	<i>Trichilia clausenii</i>	29	9	243	2	0,16	0,174	0,167	1,499	0,69	67,636	98,02	0,46
		29	9	243	3	0,181	0,164	0,1725	0,995	0,42	49,937	118,90	0,42
		29	9	243	4	0,154	0,146	0,15	1,098	0,48	54,804	114,18	0,44
		29	9	243	5	0,152	0,149	0,1505	2,322	1,13	108,549	96,06	0,49
		29	9	243	6	0,146	0,158	0,152	1,159	0,57	53,48	93,82	0,49
		29	9	243	7	0,151	0,149	0,15	1,216	0,52	57,682	110,93	0,43
		29	9	243	8	0,15	0,155	0,1525	1,403	0,61	66,139	108,42	0,43
		29	9	243	9	0,176	0,161	0,1685	1,696	0,78	76,324	97,85	0,46
		29	9	243	10	0,152	0,148	0,15	1,158	0,57	55,834	97,95	0,49
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	41	4	100A	1	0,244	0,24	0,242	2,045	0,93	67,153	72,21	0,45
		41	4	100A	2	0,256	0,249	0,2525	2,174	1,04	75,477	72,57	0,48
		41	4	100A	3	0,229	0,233	0,231	1,881	0,86	61,333	71,32	0,46
		41	4	100A	4	0,238	0,229	0,2335	2,873	1,27	95,845	75,47	0,44
		41	4	100A	5	0,246	0,263	0,2545	2,321	1,12	61,337	54,77	0,48
		41	4	100A	6	0,246	0,243	0,2445	1,765	0,83	58,685	70,70	0,47
		41	4	100A	7	0,26	0,261	0,2605	3,439	1,61	113,016	70,20	0,47
		41	4	100A	8	0,27	0,254	0,262	2,102	0,93	69,275	74,49	0,44
		41	4	100A	9	0,262	0,259	0,2605	4,122	2	132,388	66,19	0,49
		41	4	100A	10	0,256	0,253	0,2545	2,165	1,04	71,657	68,90	0,48
Myrtaceae	Indeterminada	38	3	187A	1	0,303	0,311	0,307	0,715	0,34	22,85	67,21	0,48
		38	3	187A	2	0,298	0,286	0,292	0,905	0,42	29,955	71,32	0,46
		38	3	187A	3	0,28	0,275	0,2775	0,554	0,32	19,03	59,47	0,58
		38	3	187A	4	0,266	0,268	0,267	0,554	0,31	19,843	64,01	0,56
		38	3	187A	5	0,297	0,301	0,299	0,735	0,37	24,227	65,48	0,50
		38	3	187A	6	0,302	0,291	0,2965	0,72	0,43	24,045	55,92	0,60
		38	3	187A	7	0,27	0,258	0,264	0,624	0,36	22,516	62,54	0,58
		38	3	187A	8	0,264	0,269	0,2665	0,548	0,24	20,618	85,91	0,44

		38	3	187A	9	0,303	0,297	0,3	0,651	0,4	20,78	51,95	0,61
		38	3	187A	10	0,286	0,288	0,287	0,475	0,23	16,51	71,78	0,48
Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	48	1	18A	1	0,166	0,168	0,167	8,244	3,09	315,615	102,14	0,37
		48	1	18A	2	0,193	0,191	0,192	9,246	3,33	288,006	86,49	0,36
		48	1	18A	3	0,181	0,183	0,182	15,593	6,22	617,99	99,36	0,40
		48	1	18A	4	0,184	0,181	0,1825	13,902	5,33	461,483	86,58	0,38
		48	1	18A	5	0,189	0,187	0,188	11,814	4,39	409,587	93,30	0,37
		48	1	18A	6	0,17	0,177	0,1735	6,864	2,42	246,412	101,82	0,35
		48	1	18A	7	0,177	0,178	0,1775	9,599	3,94	357,204	90,66	0,41
Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	51	1	23E	1	0,169	0,173	0,171	11,549	4,35	462,256	106,27	0,38
		51	1	23E	2	0,176	0,173	0,1745	12,875	5,22	509,077	97,52	0,41
		51	1	23E	3	0,173	0,169	0,171	15,932	6,06	602,787	99,47	0,38
		51	1	23E	4	0,173	0,172	0,1725	14,341	4,55	507,639	111,57	0,32
		51	1	23E	5	0,172	0,183	0,1775	8,781	2,98	296,193	99,39	0,34
		51	1	23E	6	0,184	0,19	0,187	12,462	4,51	410,561	91,03	0,36
Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	50	1	23H	1	0,164	0,169	0,1665	4,607	1,61	165,81	102,99	0,35
		50	1	23H	2	0,152	0,155	0,1535	8,473	2,84	322,519	113,56	0,34
		50	1	23H	3	0,149	0,152	0,1505	11,094	4,63	419,893	90,69	0,42
		50	1	23H	4	0,161	0,156	0,1585	8,8	3,25	333,391	102,58	0,37
		50	1	23H	5	0,151	0,161	0,156	7,458	2,97	269,47	90,73	0,40
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	11	2	36B	1	0,102	0,106	0,104	0,212	0,09	20,72	230,22	0,42
		11	2	36B	2	0,12	0,122	0,121	0,258	0,11	22,33	203,00	0,43
		11	2	36B	3	0,105	0,107	0,106	0,26	0,09	25,24	280,44	0,35
		11	2	36B	4	0,147	0,147	0,147	0,377	0,13	26,796	206,12	0,34
		11	2	36B	5	0,122	0,096	0,109	0,208	0,08	21,569	269,61	0,38
		11	2	36B	6	0,143	0,141	0,142	0,37	0,15	27,75	185,00	0,41
		11	2	36B	7	0,111	0,119	0,115	0,232	0,08	22,455	280,69	0,34

		11	2	36B	8	0,117	0,1	0,1085	0,246	0,09	24,529	272,54	0,37
		11	2	36B	9	0,121	0,111	0,116	0,282	0,12	26,739	222,83	0,43
		11	2	36B	10	0,106	0,11	0,108	0,355	0,13	31,284	240,65	0,37
Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	49	1	3B	1	0,182	0,175	0,1785	13,912	5,1	495,671	97,19	0,37
		49	1	3B	2	0,16	0,154	0,157	5,942	2,07	225,164	108,77	0,35
		49	1	3B	3	0,16	0,159	0,1595	11,665	5,27	452,593	85,88	0,45
		49	1	3B	4	0,19	0,196	0,193	12,364	4,21	420,238	99,82	0,34
		49	1	3B	5	0,167	0,164	0,1655	7,133	2,79	272,047	97,51	0,39
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	42	3	47C	1	0,257	0,278	0,2675	6,039	2,662	201,038	75,52	0,44
		42	3	47C	2	0,295	0,309	0,302	6,204	2,4056	196,237	81,58	0,39
		42	3	47C	3	0,266	0,25	0,258	5,406	2,3544	178,993	76,02	0,44
		42	3	47C	4	0,263	0,268	0,2655	4,074	1,665	138,596	83,24	0,41
		42	3	47C	5	0,283	0,273	0,278	7,213	3,0869	246,013	79,70	0,43
		42	3	47C	6	0,242	0,245	0,2435	5,353	2,0857	185,294	88,84	0,39
		42	3	47C	7	0,294	0,297	0,2955	4,3	2,0639	138,178	66,95	0,48
		42	3	47C	8	0,285	0,273	0,279	4,566	1,9746	157,333	79,68	0,43
		42	3	47C	9	0,308	0,305	0,3065	3,094	1,5109	96,915	64,14	0,49
		42	3	47C	10	0,301	0,309	0,305	3,288	1,5203	113,506	74,66	0,46
Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	39	1	6A	1	0,133	0,129	0,131	6,495	2,67	422,694	158,31	0,41
		39	1	6A	2	0,14	0,147	0,1435	6,427	2,55	435,189	170,66	0,40
		39	1	6A	3	0,141	0,12	0,1305	3,086	1,1	149,338	135,76	0,36
		39	1	6A	4	0,184	0,168	0,176	7,154	2,8	454,939	162,48	0,39
		39	1	6A	5	0,151	0,159	0,155	3,915	1,48	261,449	176,65	0,38
		39	1	6A	6	0,156	0,146	0,151	5,505	1,99	298,305	149,90	0,36
		39	1	6A	7	0,16	0,164	0,162	5,362	1,98	274,544	138,66	0,37
		39	1	6A	8	0,178	0,176	0,177	6,974	2,46	341,056	138,64	0,35
		39	1	6A	9	0,15	0,175	0,1625	2,481	0,91	179,387	197,13	0,37

		39	1	6A	10	0,146	0,148	0,147	3,459	1,42	237,328	167,13	0,41
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	52	FDP	J	1	0,184	0,186	0,185	15,657	4,86	625,253	128,65	0,31
		52	FDP	J	2	0,183	0,181	0,182	15,56	4,01	573,141	142,93	0,26
		52	FDP	J	3	0,182	0,174	0,178	12,143	3,32	464,662	139,96	0,27
		52	FDP	J	4	0,18	0,191	0,1855	23,52	7,94	915,508	115,30	0,34
		52	FDP	J	5	0,191	0,18	0,1855	23,831	7,17	875,191	122,06	0,30
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	46	FDP	L	1	0,186	0,184	0,185	6,21	1,98	306,733	154,92	0,32
		46	FDP	L	2	0,2	0,179	0,1895	14,373	4,64	550,694	118,68	0,32
		46	FDP	L	3	0,176	0,191	0,1835	11,948	5,08	516,297	101,63	0,43
		46	FDP	L	4	0,201	0,197	0,199	18,728	8,45	679,145	80,37	0,45
		46	FDP	L	5	0,183	0,181	0,182	15,93	8,62	649,346	75,33	0,54
		46	FDP	L	6	0,195	0,194	0,1945	9,16	3,4	315,137	92,69	0,37
		46	FDP	L	7	0,151	0,159	0,155	10,088	3,15	411,903	130,76	0,31
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	44	FDP	SC1	1	0,262	0,257	0,2595	3,077	1,55	115,472	74,50	0,50
		44	FDP	SC1	2	0,253	0,243	0,248	4,848	2,28	167,806	73,60	0,47
		44	FDP	SC1	3	0,268	0,27	0,269	3,056	1,37	114,315	83,44	0,45
		44	FDP	SC1	4	0,25	0,261	0,2555	3,078	1,41	113,137	80,24	0,46
		44	FDP	SC1	5	0,288	0,29	0,289	2,938	1,59	96,239	60,53	0,54
		44	FDP	SC1	6	0,292	0,295	0,2935	2,889	1,4	99,539	71,10	0,48
		44	FDP	SC1	7	0,236	0,235	0,2355	3,633	1,71	131,279	76,77	0,47
		44	FDP	SC1	8	0,244	0,238	0,241	3,333	1,65	122,438	74,20	0,50
		44	FDP	SC1	9	0,252	0,255	0,2535	3,838	1,88	139,672	74,29	0,49
		44	FDP	SC1	10	0,273	0,245	0,259	3,408	1,58	126,311	79,94	0,46
Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	43	FDP	SC2	1	0,165	0,14	0,1525	12,549	2,99	663,786	222,00	0,24
		43	FDP	SC2	2	0,148	0,145	0,1465	9,884	1,79	398,308	222,52	0,18
		43	FDP	SC2	3	0,108	0,123	0,1155	10,854	2,29	414,92	181,19	0,21
		43	FDP	SC2	4	0,17	0,177	0,1735	8,477	1,9	471,175	247,99	0,22

		43	FDP	SC2	5	0,156	0,151	0,1535	10,209	2,61	590,672	226,31	0,26
		43	FDP	SC2	6	0,143	0,151	0,147	11,538	2,73	500,744	183,42	0,24
		43	FDP	SC2	7	0,141	0,148	0,1445	12,57	2,67	463,514	173,60	0,21
		43	FDP	SC2	8	0,156	0,159	0,1575	17,215	4,45	744,45	167,29	0,26
		43	FDP	SC2	9	0,172	0,186	0,179	6,22	1,53	391,096	255,62	0,25
		43	FDP	SC2	10	0,172	0,18	0,176	12,286	2,63	602,48	229,08	0,21
Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	45	FDP	SC3	1	0,166	0,164	0,165	5,976	1,68	461,496	274,70	0,28
		45	FDP	SC3	2	0,166	0,143	0,1545	6,215	1,7	385,217	226,60	0,27
		45	FDP	SC3	3	0,15	0,145	0,1475	8,466	2,42	522,919	216,08	0,29
		45	FDP	SC3	4	0,157	0,169	0,163	6,097	1,56	423,933	271,75	0,26
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	54	FDP	X	1	0,182	0,18	0,181	10,398	2,78	403,484	145,14	0,27
		54	FDP	X	2	0,129	0,136	0,1325	11,222	3,16	597,979	189,23	0,28
		54	FDP	X	3	0,192	0,191	0,1915	13,483	4,12	514,053	124,77	0,31
		54	FDP	X	4	0,194	0,187	0,1905	10,44	3,04	392,16	129,00	0,29
		54	FDP	X	5	0,183	0,187	0,185	12,113	4,19	490,746	117,12	0,35
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	53	FDP	Y	1	0,17	0,174	0,172	17,241	3,31	730,396	220,66	0,19
		53	FDP	Y	2	0,184	0,19	0,187	12,919	5,4	563,049	104,27	0,42
		53	FDP	Y	3	0,154	0,167	0,1605	14,478	4,33	650,926	150,33	0,30
		53	FDP	Y	4	0,181	0,191	0,186	17,668	5,78	651,237	112,67	0,33
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	55	FDP	Z	1	0,165	0,184	0,1745	14,626	4,24	584,415	137,83	0,29
		55	FDP	Z	2	0,191	0,196	0,1935	11,439	3,53	445,984	126,34	0,31
		55	FDP	Z	3	0,177	0,176	0,1765	10,714	3,11	513,865	165,23	0,29
		55	FDP	Z	4	0,181	0,192	0,1865	14,972	4,54	581,134	128,00	0,30
		55	FDP	Z	5	0,178	0,175	0,1765	11,684	2,86	464,623	162,46	0,24
		55	FDP	Z	6	0,165	0,165	0,165	16,476	4,9	900,752	183,83	0,30
		55	FDP	Z	7	0,164	0,155	0,1595	16,882	4,18	735,572	175,97	0,25

Anexo 6. Mediciones registradas en campo y gabinete para el cálculo y obtención densidad básica de la madera en las ramitas

Familia	Especie	N°	PPM	Árbol	Volumen ramita 1	Volumen ramita 2	Volumen promedio	Peso seco ramita 1	Peso seco ramita 2	Peso seco promedio	Densidad de la madera
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	5	1	5	9,91	10,65	10,28	5,62	6,05	5,84	0,57
Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	7	1	8	17,65	17,14	17,395	8,36	8,3	8,33	0,48
Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	47	1	15	17,82	12,62	15,22	11,02	7,75	9,39	0,62
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	1	1	21	26,5	27,02	26,76	14,6	14,26	14,43	0,54
Meliaceae	<i>Trichilia claussenii</i>	34	1	24	18,84	15,27	17,055	9,68	10,57	10,13	0,59
Meliaceae	<i>Trichilia claussenii</i>	10	2	26	15,65	15,36	15,505	9,11	9,12	9,12	0,59
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	31	2	28	13,11	-	13,11	8,61	-	8,61	0,66
Myrtaceae	Indeterminada	17	2	30	14,32	13,52	13,92	10,21	9,38	9,80	0,70
Myrtaceae	Indeterminada	12	2	31	10,24	10,07	10,155	7,09	7,06	7,08	0,70
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	18	2	32	7,84	8,2	8,02	4,22	4,37	4,30	0,54
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	6	2	37	18,6	18,98	18,79	9,2	17,12	13,16	0,70
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	14	3	59	22,29	22,11	22,2	13,02	13,09	13,06	0,59
Myrtaceae	Indeterminada	16	3	60	9,58	9,27	9,425	7,01	6,68	6,85	0,73
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	3	3	62	30,19	22,49	26,34	16,34	14,56	15,45	0,59
Myrtaceae	Indeterminada	13	4	80	12,75	13,98	13,365	9,86	9,03	9,45	0,71
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	21	4	82	22,46	23,71	23,085	16,01	12,84	14,43	0,62
Myrtaceae	<i>Indeterminada</i>	15	4	83	10,22	9,83	10,025	7,16	6,88	7,02	0,70
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	9	4	99	12,25	11,97	12,11	5,83	6,17	6,00	0,50
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	19	4	100	13,72	16,03	14,875	8,75	7,73	8,24	0,55

Myrtaceae	Indeterminada	25	5	107	6,58	5,69	6,135	4,88	4,2	4,54	0,74
Meliaceae	<i>Trichilia claussenii</i>	27	5	109	10,68	-	10,68	7,17	-	7,17	0,67
Myrtaceae	Indeterminada	23	5	110	13,64	9,72	11,68	10,03	7,17	8,60	0,74
Myrtaceae	Indeterminada	22	5	117	6,3	8,09	7,195	4,88	6,32	5,60	0,78
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	40	5	125	8,88	8,19	8,535	5,31	4,86	5,09	0,60
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	30	6	134	20,19	10,38	15,285	6,23	5,42	5,83	0,38
Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	26	6	146	22,75	21,71	22,23	10,59	10,03	10,31	0,46
Meliaceae	<i>Trichilia claussenii</i>	36	7	151	10,45	10,54	10,495	6,86	7,03	6,95	0,66
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	35	7	156	11,23	12,03	11,63	6,16	5,71	5,94	0,51
Malvaceae	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	37	6	158	7,43	9,65	8,54	3,78	5,12	4,45	0,52
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	33	7	163	7,74	12,79	10,265	4,36	7,19	5,78	0,56
Myrtaceae	Indeterminada	24	3	185	7,25	9,85	8,55	7,16	5,26	6,21	0,73
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	28	9	230	8,34	8,5	8,42	3,7	3,72	3,71	0,44
Meliaceae	<i>Trichilia claussenii</i>	29	9	243	10,81	10,67	10,74	7,01	6,87	6,94	0,65
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	41	4	100A	13,65	-	13,65	8,68	-	8,68	0,64
Myrtaceae	Indeterminada	38	3	187A	6,7	6,6	6,65	4,79	4,89	4,84	0,73
Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	48	1	18A	23,43	20,77	22,1	15,65	13,98	14,82	0,67
Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	51	1	23E	15,88	19,26	17,57	10,51	12,28	11,40	0,65
Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	50	1	23H	8,3	9,14	8,72	5,99	5,47	5,73	0,66
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.	11	2	36B	28,03	24,36	26,195	13,93	13,56	13,75	0,52
Meliaceae	<i>Trichilia reynelii</i>	49	1	3B	19,91	18,38	19,145	14,6	13,24	13,92	0,73
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	42	3	47C	15,72	-	15,72	10,01	-	10,01	0,64
Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	39	1	6A	20,24	18,33	19,285	8,76	7,66	8,21	0,43
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	52	FDP	J	17,9	17,94	17,92	6,38	6,73	6,56	0,37
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	46	FDP	L	10,35	13,36	11,855	3,58	4,57	4,08	0,34
Capparaceae	<i>Capparidastrum petiolare</i>	44	FDP	SC1	12,34	-	12,34	8,17	-	8,17	0,66

Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	43	FDP	SC2	9,07	7,8	8,435	3,73	3,26	3,50	0,41
Rubiaceae	<i>Alseis peruviana</i>	45	FDP	SC3	19,86	17,88	18,87	8,89	8,2	8,55	0,45
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	54	FDP	X	6,5	8,69	7,595	2,96	1,98	2,47	0,33
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	53	FDP	Y	20,34	16,12	18,23	6,74	8,26	7,50	0,41
Rubiaceae	<i>Simira macrocrater</i>	55	FDP	Z	18,75	15,44	17,095	7,64	9,03	8,34	0,49