

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**



**CARACTERIZACIÓN DE RASGOS FUNCIONALES DE *Parkia panurensis*
“PASHACO COLORADO” EN COLINAS BAJAS Y ALTAS**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PRESENTADO POR:

DHARA KATHERIN DOMINGUEZ LEON

Tingo María – Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°014-2024-FRNR-UNAS


Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 16 de enero de 2024, a horas 7:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

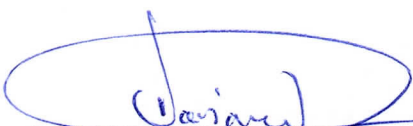
**“CARACTERIZACIÓN DE RASGOS FUNCIONALES DE *Parkia panurensis*
“PASHACO COLORADO” EN COLINAS BAJAS Y ALTAS”**

Presentado por la Bachiller: **DOMINGUEZ LEON, DHARA KATHERIN**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “BUENA”.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 02 de febrero de 2024



Dra. YANE LEVTRUIZ
PRESIDENTE


Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
MIEMBRO


Ing. M. Sc. WARREN RÍOS GARCÍA
MIEMBRO




Ing. M. Sc. EDILBERTO DÍAZ QUINTANA
ASESOR


Ing. M. Sc. JENRI RUIZ GONZALES
ASESOR



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 064 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional
-------	---	------------------------------------

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CARACTERIZACIÓN DE RASGOS FUNCIONALES DE <i>Parkia panurensis</i> "PASHACO COLORADO" EN COLINAS BAJAS Y ALTAS	DHARA KATHERIN DOMINGUEZ LEON	21 % Veintiuno

Tingo María, 26 de febrero de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomás Monacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



TESIS

Título	: Caracterización de Rasgos Funcionales de <i>Parkia panurensis</i> “Pashaco colorado” en colinas bajas y altas.
Programa de investigación	: Valorización de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología
Línea de Investigación	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y recursos naturales
Eje temático de investigación	: Manejo de bosques naturales y otros ecosistemas
Autor	: DOMINGUEZ LEON, Dhara Katherin
Asesor(es)	: Ing. M. Sc. DÍAZ QUINTANA, Edilberto Ing. Mg. RUIZ GONZALES, Jenri
Lugar de ejecución	: Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Brunas
Duración	: 04 meses
Financiamiento	: S/. 1 930,00 soles



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO
TÍTULO PROFESIONAL, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y
TESISTA**

I. Datos Generales

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Título de la Tesis	: Caracterización de Rasgos funcionales de <i>Parkia panurensis</i> “Pashaco Colorado” en colinas baja y alta
Autor de la tesis	: Dhara Katherin Dominguez Leon
Asesores de la Tesis	: Ing. M.Sc. Edilberto Diaz Quintana Ing. Mg. Jenri Ruiz Gonzales
Programa de investigación	: Valorización de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología
Línea(s) de investigación	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y recursos naturales
Eje temático	: Manejo de bosques naturales y otros ecosistemas
Lugar de ejecución	: Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - BRUNAS
Duración	: Inicio : 01 de julio del 2022 Término : 01 de noviembre del 2022
Financiamiento	: FEDU : S/ 0,00 Propio : S/ 1 930,00 Otros : S/ 0,00

Tingo María, Perú, enero 2024

Dhara Katherin Dominguez León
Tesista

Ing. MSc Edilberto Díaz Quintana
Asesor

Ing. Mg. Jenri Ruiz Gonzales
Asesor

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios, a la Virgen de Guadalupe quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres William y María Luisa quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanas Sharol y Luana por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia, es especial a mis abuelos porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos aquellos que han sido una parte integral de mi camino académico y personal, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles, por acompañarme en todos mis sueños y metas, siempre los llevo en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables y la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, por haberme forjado como profesional.

A todos mis Docentes de la EPIRNR, por su dedicación y pasión por la enseñanza, quienes contribuyeron en mi formación académica.

Al Ing. M.Sc. Díaz Quintana, Edilberto y al Ing. Mg. Ruiz Gonzales, Jenri, por su apoyo en el presente trabajo de investigación, por su orientación profesional, durante la fase de campo y la redacción del informe de tesis, no podría haber llegado hasta aquí sin su apoyo. ¡Gracias!

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.1.1. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico	3
2.1.1. Rasgos funcionales.....	3
2.1.2. Características generales de <i>Parkia panurensis</i>	3
2.1.3. Área foliar (AF)	5
2.1.4. Área foliar específica (AFE).....	5
2.1.5. Densidad básica de la madera	6
2.1.6. Tamaño foliar	6
2.1.7. Altura máxima.....	6
2.1.8. Diámetro de fuste	7
2.1.9. Diámetro de copa	7
2.1.10. Altura de copa	7
2.2. Estado del arte.....	7
2.2.1. Internacional.....	7
2.2.2. Nacional	8
2.2.3. Local.....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Lugar de ejecución.....	11
3.1.1. Ubicación geográfica y política	11
3.1.2. Zona de vida.....	11
3.1.3. Clima	12
3.1.4. Fisiografía	12
3.1.5. Hidrografía	12
3.2. Material y métodos	12
3.2.1. Materiales y equipos	12
3.2.2. Metodología	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23

4.1. Cantidad de individuos de la especie <i>P. panurensis</i> en colinas bajas y altas a través de un inventario forestal.....	23
4.2. Diferencia de la morfometría de árboles y copa en colinas bajas y altas	24
4.3. Diferencia del tamaño foliar, área foliar y área foliar específica, en colinas bajas y altas	28
4.4. Diferencia de la densidad básica en colinas bajas y altas	30
V. CONCLUSIONES	32
VI. PROPUESTAS A FUTURO	33
VII. REFERENCIAS	34
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Páginas
1. Coordenadas de los polígonos del área investigada.	14
2. Cálculo de las unidades de muestreo.	15
3. Variables evaluadas.	21
4. Número de individuos por colina y por hectárea.	23
5. Porcentaje por categoría de altura máxima en colina baja y alta.	24
6. Porcentaje por categoría de DAP en colina baja y alta.	24
7. Prueba T Student para parámetros de copa en colina baja y alta.	26
8. Promedio de la morfometría de la hoja de <i>P. panurensis</i> en colina baja y alta.	29
9. Prueba T Student para la densidad básica en colina alta y baja.	30
10. Variables dasométricas y morfométricas de <i>P. panurensis</i> en colina alta.	50
11. Variables dasométricas y morfométricas de <i>P. panurensis</i> en colina baja.	50
12. Densidad básica (g/cm ³) de árboles de <i>P. panurensis</i> en colina baja y alta.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Páginas
1. Mapa de ubicación del área de investigación.	11
2. Diseño de muestreo de la investigación.	15
3. Forma del diseño de la unidad de muestreo. Tomado del SERFOR, 2019.	16
4. Forma de medición del diámetro de copa de los árboles.	18
5. Modelo de un árbol latifoliado y sus relaciones morfométricas, modificado a partir de Burger (1939).	18
6. Medición de la longitud del pecíolo y la dimensión de la raquilla del foliolo.	19
7. Cálculo del área foliar de <i>P. panurensis</i>	19
8. Modelo de los segmentos de rama colectados para la estimación de la densidad básica. Tomado de Zelada y Reynel (2019).	20
9. Promedio de altura de copa (largo de copa) en colina baja y alta.	25
10. Promedio del parámetro de copa en colina baja y alta.	27
11. Comparación de medias de la densidad básica de <i>P. panurensis</i> en colina baja y alta.	31
12. Ubicación del área de investigación.	45
13. Colecta de hojas para el análisis de N y P de <i>P. panurensis</i>	47
14. Análisis especial de N y P en las hojas de <i>P. panurensis</i>	49

RESUMEN

La investigación busco saber ¿Cuáles serían las características de los rasgos funcionales de *Parkia panurensis* “pashaco colorado” en colinas bajas y altas? con el propósito de determinar la cantidad de individuos por hectárea, la morfometría del individuo y su copa, las diferencias en tamaño foliar, área foliar y área foliar específica, así como también la diferencia de la densidad básica. Cubriendo un área de 23,02 ha del BRUNAS, evaluándose 14 UM de 0,05 ha en cada bloque, usando para ello el método descriptivo y transversal, siendo necesario usar las propuestas de varios autores para el logro de cada objetivo propuesto. Concluyéndose, con $6,89 \pm 0,99$ árb./ha en colina baja y $7,02 \pm 1,77$ árb./ha en colina alta. La Altura máxima 75% en el estrato medio de colinas altas y 42,86% en el estrato Superior de colinas bajas. El diámetro en colina baja es superior en 10-20 cm con el 42,85 % y en colina alta es de 20-30 cm con el 25%. En altura de copa el promedio es 9,57 m en colina baja y 6,50 m en colina alta. Los parámetros de copa muestran sutiles diferencias en colinas bajas y altas. Y en cuanto a los rasgos foliares y la densidad básica de la madera no existen diferencias marcadas.

Palabras claves: altura máxima, diámetro de fuste, parámetros de copa, densidad.

ABSTRACT

The research sought to know what would be the characteristics of the functional traits of *Parkia panurensis* "pashaco colorado" in low and high hills? with the purpose of determining the number of individuals per hectare, the morphometry of the individual and its crown, the differences in leaf size, leaf area and specific leaf area, as well as the difference in basic density. Covering an area of 23.02 ha of BRUNAS, evaluating 14 MUs of 0.05 ha in each block, using the descriptive and cross-sectional method, being necessary to use the proposals of several authors to achieve each proposed objective. Concluding, with 6.89 ± 0.99 trees/ha on low hill and 7.02 ± 1.77 trees/ha on high hill. The maximum height 75% in the middle stratum of high hills and 42.86% in the upper stratum of low hills. The diameter on low hill is 10-20 cm higher with 42.85% and on high hill it is 20-30 cm with 25%. In crown height the average is 9.57 m on a low hill and 6.50 m on a high hill. Crown parameters show subtle differences on low and high hills. And as for the foliar traits and the basic density of the wood, there are no marked differences.

Keywords: maximum height, stem diameter, crown parameters, density.

I. INTRODUCCIÓN

La gran importancia de los ecosistemas boscosos en el mundo está en albergar la alta biodiversidad de especies de fauna y flora de la Tierra, así como el de proveer bienes y servicios ecosistémicos a los pueblos del mundo. Por esta razón, revisten de mucha jerarquía las investigaciones correspondientes a las diversas especies forestales, con el afán de encontrar la funcionalidad que cumplen con el ecosistema, como pueden ser la fijación, así como el almacenamiento del carbono, regulación hídrica, protección del suelo, protección de fauna silvestre, etc.

Esta funcionalidad de las especies forestales en los ecosistemas está relacionada con la biodiversidad a través de algunos rasgos funcionales de los árboles, estas cualidades son innatas por cada una de las especies de árboles. Estos rasgos funcionales nos sirven de indicador o predictor de los vegetales respecto a los factores medioambientales y comprender mejor el comportamiento del cambio climático y sus posibles respuestas con la mitigación de sus efectos. Asimismo, se ha encontrado que el área foliar y el área foliar específica como rasgos funcionales se encuentran altamente vinculados con comportamientos de los vegetales como su crecimiento.

La especie *Parkia panurensis* “pashaco colorado” en investigaciones realizadas empleando parcelas permanentes de medición como unidad de muestreo en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), muestra una alta abundancia, motivo por el cual con la presente investigación busca caracterizar esos rasgos funcionales y buscar si están asociados a una estrategia adaptativa o conservativa frente a la mitigación de los efectos por el cambio de clima en el Perú. Bajo estas percepciones, se plantea como interrogante del estudio: ¿Cuáles serán esas características de los rasgos funcionales de *Parkia panurensis* “pashaco colorado” en colinas bajas y altas?

Por tal razón, reviste de mucha importancia investigar sobre el comportamiento de los rasgos funcionales en ecosistemas tropicales de bosques de colinas bajas y altas, con el propósito de conocer las respuestas de las especies a las variaciones que vienen imponiendo la parte ambiental y se explique ecológicamente la asociación del árbol con su hábitat abiótico y biótico (Violle *et al.*, 2007), en ambientes donde se presenta elevada diversidad de plantas relacionadas con varios tamaños, variadas arquitecturas y características morfológicas (Andrade, 2005). Asimismo, conocer el comportamiento de las especies arbóreas y plantas en general, así como su adaptación al cambio climático, los tipos de bosques con sus gradientes altitudinales son de suma importancia para determinar los rasgos funcionales que influyen en

el comportamiento de cada una de las especies con su posible adaptación frente al cambio de clima que viene aquejando a todo el mundo (Valenzuela *et al.*, 2015).

En la actualidad estamos ante una real manifestación del cambio climático con sequías prolongadas, incendios forestales, inundaciones, epidemias, como las más importantes, por tal razón, la presente investigación sobre los rasgos funcionales del *P. panurensis* en colinas bajas y altas del BRUNAS, será vital porque ayudará a dar seguimiento al estado de la biodiversidad frente a posibles riesgos ambientales como los incendios forestales. Con ese propósito, conocer las diferencias existentes del área que ocupan las hojas, el área foliar específica, así como la densidad básica de la madera, nos ayudará a entender los rasgos funcionales asociados al crecimiento y la absorción de agua, así como también a la acumulación de carbono en la planta. Haciendo que esta investigación se constituya en la línea base, por las pocas investigaciones realizados sobre los rasgos funcionales para los ecosistemas boscosos del trópico de Tingo María.

La investigación planteo los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Describir las características de los rasgos funcionales de *Parkia panurensis* “Pashaco colorado” en colinas bajas y altas.

Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de individuos de la especie *Parkia panurensis* “Pashaco colorado” en colinas bajas y altas a través de un inventario forestal.
- Determinar la diferencia de la morfometría de árboles y copa en colinas bajas y altas.
- Determinar la diferencia del tamaño foliar, área foliar y área foliar específica, en colinas bajas y altas.
- Determinar la diferencia de la densidad básica en colinas bajas y altas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Rasgos funcionales

El rasgo funcional viene a ser cierto atributo o característica que presenta un determinado organismo con la cual se puede obtener información del desempeño dentro de un ecosistema y también la manera de cómo responde a algún factor medioambiental, de cambio o perturbación (Lavorel y Garnier, 2002). Lo profundo con la cual crece un sistema radicular de una especie vegetal viene a ser un rasgo que se relaciona a su capacidad adaptativa a los incendios, debido a que, cuanto más profundo logra alcanzar la raíz, el vegetal posee mayor probabilidad de que resista al fuego. En paralelo, una función ecosistémica es de que capten nutrientes (la raíz superficial absorbe nutriente y carbono que provienen de lo que se descompone la materia orgánica). Para el caso de las plantas, sus rasgos funcionales tienden a incluir atributos morfológicos, ecofisiológicos, bioquímicos y regenerativos (características reproductivas y demográficas), las que suelen vincularse a los distintos servicios y procesos, asimismo se tiene en consideración de que uno o más procesos se encontrarían vinculados a distintos servicios de los ecosistemas (Bello *et al.*, 2010).

Asimismo, Lavorel *et al.* (1997) y Violle *et al.* (2007), indican que a los rasgos funcionales se les nombran también como caracteres funcionales (traits en lengua inglesa), comprenden a los rasgos morfológicos, fisiológicos o fenológicos medibles en los organismos, encontrándose relacionados con un efecto sobre uno o más procesos ecológicos o con una respuesta a uno o varios factores medioambientales. El valor que se obtiene de un rasgo funcional respecto al lugar y tiempo se le conoce como atributo. Para Petchey y Gaston (2006), el rasgo funcional se subdivide en: a) cualitativo o categórico que abarca a las características fenológicas, las formas de copa que presentan las plantas, su arquitectura, presencia o ausencia de pubescencia, etc.; y b) cuantitativo que abarcan a las variables discretas y continuas, siendo citado a modo de ejemplo a los niveles del nitrógeno y el fósforo presentes en las hojas, las densidades básicas de las maderas, las longitudes de las plantas adultas, la biomasa de los tallos, etc.

2.1.2. Características generales de *Parkia panurensis*

Se describe la siguiente clasificación:

División	: MAGNOLIOPHYTA
Clase	: MAGNOLIOPSIDA
Orden	: FABALES

Familia : FABACEAE
 Género : *Parkia*
 Especie : *panurensis*
 Nombre científico : *Parkia panurensis* Benth. Ex HC Hopkins

En base al Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF, 2023), es una especie que se le encuentra distribuido en los países de Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela; se ubica categorizado como en preocupación menor de acuerdo al estado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Field Museum (2002) reporta una muestra botánica de la especie en el norte de la comunidad Tierra Blanca del departamento de Loreto con 7,4 cm de Dap. Vásquez (1997) describe a la especie como árboles cuya dimensión longitudinal llega hasta los 35 m, presentan sus hojas alternas cuya dimensión es de 30 cm, contiene entre 6 a 15 pinnas, sus folíolos fluctúan entre los 28 hasta 41 pares por cada pinna, sigmoides 7-13 x 1,5-3 mm, su ápice presenta la forma obtuso o agudo, por lo general discolore en la parte del envés, el nervio medio es sigmoide; presenta el raquis costillado, pubérulo. Las inflorescencias no son ramificadas, cabezuelas 2 - globosas, 4,5-7 cm de largo. Las flores son hermafroditas contenida por su cáliz con dimensiones entre los 7 a 9 mm de largo, la corola varía desde los 8 hasta los 11 mm de largo. El fruto es una legumbre acintada, en ciertas ocasiones de las observa curvadas, 8,5-35 x 3,2- 5,5 cm.

Es un árbol pantropical, conocido popularmente como faveiro, arara-tucupi, manopé y saca-saca. Suele ocurrir en los bosques de tierras altas de la Amazonia en el país de Brasil. El fruto de *P. panurensis* es indehiscente que presenta una longitud promedio de 23,9 cm, ancho de 42,1 mm, grosor de 9,5 mm y 18 semillas por fruto (Sousa *et al.*, 2020).

Árbol de 20 a 35 metros de altura, que ocupa el dosel y el sotobosque, normalmente con raíces tabulares (sapopemas). La polinización posiblemente es realizada por murciélagos y las semillas son utilizadas como alimento por pequeños roedores (Lima *et al.*, 2008). Se le reporta en un medio con clima tropical lluvioso, donde la temperatura es superior 18 °C y la precipitación media anual es de 2 000 mm (Gonçalves, 2011).

En Brasil, Gonçalves (2011) registró las características de 288 árboles que evaluó en 10 lugares de muestreo, en donde su altura osciló desde 10 m hasta los 20 m, y en el caso del diámetro a la altura del pecho se registró valores desde 33 cm hasta los 95 cm. Entre las dimensiones del fruto con el promedio más menos la desviación estándar, se tiene a la longitud (cm) de $24,0 \pm 3,16$, el ancho (cm) de $4,2 \pm 0,24$, el grosor (cm) de $0,9 \pm 0,86$, la longitud del pedúnculo (cm) de $5,7 \pm 15,14$, el diámetro del pedúnculo (cm) de $0,8 \pm 1,18$, el

peso (g) de $31,1 \pm 6,11$ y la cantidad de semilla por fruto de $18,0 \pm 2,99$. En el caso de las semillas se tiene como características a su longitud (mm) de $18,9 \pm 1,17$, el ancho (mm) de $9,2 \pm 0,88$, el grosor (mm) de $6,7 \pm 0,48$ y el peso (g) de $0,8 \pm 0,09$; el peso de 1 000 semillas oscila en $712,1 \pm 1,96$ g, mientras que en un kilogramo se encuentran en promedio 1 404 semillas, siendo su contenido de humedad de las semillas de 9,92%.

2.1.3. Área foliar (AF)

Representa a la superficie que abarca el haz y/o el envés de las hojas en los vegetales (Ruiz, 2015), el cual representa su capacidad fotosintética de los mismos ya que hay una relación directa con el área foliar que se expresa a través del índice de área foliar (Kozłowski *et al.*, 1991); esta variable es considerada de suma importancia para estudiar la nutrición y el crecimiento de una planta, además, suele determinar la biomasa seca acumulada, los metabolismos de los carbohidratos así como el rendimiento y la calidad de las cosechas (Ibarra, 1985). Determinar el área foliar es muy importante al analizar el crecimiento y es primordial en investigaciones correspondientes a la fisiología de las plantas (Sanoja, 1983), razón por la cual tiene que obtenerse por medio de técnicas rápidas y sencillas.

Medir el área foliar se realizan de manera primordial en estudios fisiológicos de las plantas, en la dendrología y también en la agronomía (Broadhead *et al.*, 2003). Esta variable de las plantas se asocia con casi todos los procesos biológicos, agronómicos, fisiológicos y ambientales, en donde se incluye el análisis del crecimiento, la actividad fotosintética, la tasa de transpiración, la capacidad de interceptar la luz, la ganancia de biomasa y el balance energético (Kucharik *et al.*, 1998). Diversos profesionales como agrónomos, biólogos y fisiólogos entendidos de las plantas resaltan lo importante que es conocer el área foliar al estimar el crecimiento de las plantas, en determinar las fases de su fenología, en estimar el potencial del rendimiento agronómico y biológico, en calcular el uso eficiente de la radiación solar, así como calcular el uso eficiente del agua y de su nutrición con minerales (Sonntag *et al.*, 2008).

2.1.4. Área foliar específica (AFE)

Término referido al valor del área foliar existente en una unidad de masa de dicha hoja (Ruiz, 2015). Asimismo, el AFE es una de variable primordial que afecta el crecimiento de la planta, debido a que favorece cambios en la razón del área foliar y en la eficiencia de la fotosíntesis al usar el nitrógeno (Bultynck *et al.*, 1999). Al respecto, el nivel de nitrógeno en la planta tiende a disminuir cuando se encuentra en crecimiento y está muy correlacionada con la acumulación de la biomasa seca, más que los demás parámetros, sirviendo en todas las fases de crecimiento o edades de rebrotes (Lemaire *et al.*, 1991).

El AFE suele afectar el crecimiento de la planta favoreciendo los cambios en la razón generada del área foliar con la eficiencia fotosintética al utilizar el nitrógeno (Bultynck *et al.*, 1999). Además, Pérez *et al.* (2004) adicionan que es un índice del espesor y densidad de las hojas o suelen medir la foliosidad de las plantas con base a la biomasa.

2.1.5. Densidad básica de la madera

De acuerdo a Nuñez (2007), viene a ser una de las características de mayor uso frecuente al cuantificar una plantación y describir de sus propiedades. Es empleado en la industria maderera, así como para la producción de pulpa y papel. Su versatilidad es debido a que posee la propiedad de considerarse un adecuado indicador para la calidad, siendo su determinación muy fácil y barato.

El valor de esta variable tiende a expresar el peso seco de una sección del leño de las plantas (tallos, raíces, ramas, entre otros) que se divide al volumen de dicha sección al encontrarse saturada de agua en donde las unidades de medidas a expresarse pueden ser en kg/m^3 o también g/cm^3 (Álvarez *et al.*, 2013).

Asimismo, la densidad básica viene a ser un rasgo funcional de suma importancia debido a que tiende a expresar la respuesta a la perturbación del medio y que es observada por medio de un rápido o lento crecimiento de una determinada especie arbórea (Bermeo, 2010); al respecto, cuando se tiene una especie con elevada densidad básica se observa que crece muy lento pero su longevidad y la capacidad de resistir a los daños mecánicos, al ataque de patógenos y a los animales herbívoros serán en mayor medida (Cornelissen *et al.*, 2003), también almacenará el carbono en periodos más prolongados en comparación a una especie de baja densidad o rápido crecimiento (Álvarez *et al.*, 2013).

2.1.6. Tamaño foliar

Viene a ser el área que abarca una lámina que se proyecta de una cara en la hoja fresca (mm^2). Para el caso de ser una especie con hoja compuesta se tiene que realizar la medición del área que abarcan los folíolos y también en el caso de los foliólulos si es que los tuvieran (Cornelissen *et al.*, 2003).

2.1.7. Altura máxima

Se constituye en un rasgo funcional importante, definido como la distancia entre el límite superior del árbol y la base al nivel del suelo, siendo utilizado como unidad de medida al metro lineal. Es considerado ya que cuanto más alto es un individuo hay mayor posibilidad de que estén salvo sus estructuras reproductivas en el caso de que ocurra un incendio; asimismo, estos individuos son potencialmente tolerantes a situaciones de

perturbación (huracán, fuego y tormenta) que es ocasionada por las alteraciones medioambientales y además está relacionada con la fecundidad y el vigor competitivo (Cornwell & Ackerly, 2009), dimensiones del fruto y la semilla y la demanda de luz, el acceso a la luz suele ser un factor primordial determinante del crecimiento vertical de una planta (Falster & Westoby, 2003) y también se encuentra vinculada a la capacidad de crear un claro luego de eventos de mortalidad de árboles de gran tamaño (Delgado *et al.*, 2005).

2.1.8. Diámetro de fuste

Viene a ser una característica cuantitativa de mayor importancia al evaluar las masas forestales por dos razones fundamentales: a) poder medirse directamente con lo cual se obtienen un valor preciso y b) de esta variable se puede determinar relaciones con las demás variables de suma importancia en un árbol como es su volumen, el diámetro de copa, su crecimiento, entre otras. Medir el diámetro se realiza de manera sencilla, tomando en consideración una altura a 1,30 m sobre el suelo y en el caso de existir una pendiente se mide sobre ella (GERC, 2022).

2.1.9. Diámetro de copa

Se caracteriza porque refleja las dimensiones del aparato fotosintético de una planta y se encuentra relacionado de manera directa con la capacidad de crecer. Otra variable que se calcula es el porcentaje de copa que viene a ser la relación existente del largo de copa con la altura total de dicho individuo, siendo empleado como indicador de la vitalidad del árbol y como regresor de modelos del grado de competencia entre individuos vegetales (Durló, 2001).

2.1.10. Altura de copa

Conocido como largo de copa, siendo por lo general la diferencia entre la altura máxima y la altura desde la inserción de la primera rama, esta medida se usa para evidenciar la vitalidad de los árboles dentro del bosque (Arias, 2005).

2.2. Estado del arte

2.2.1. Internacional

Alcázar y Ramírez (2011) concluyen que a pesar del elevado grado de intervención que fueron sometidos un ecosistema boscoso de Magdalena Medio, éstos aún poseen muchas variedades de comunidades de plantas, muy diverso, grado de endemismo y varias especies amenazadas que necesitan que se conserven y aprovechen de manera sostenible. Unas áreas muy grandes de los remanentes de bosques en dicho lugar de estudio fueron afectadas por lo menos al extraer la madera de manera selectiva, pero aun así presentan diversidad de plantas similares a los medios conservados de la Amazonia y el Chocó.

López (2015) concluye que los rasgos funcionales se relacionan con el crecimiento de los árboles, con su capacidad de resistir a las sequías, las características de las hojarascas, la descomposición y la capacidad de liberar nutrientes. Al respecto, los rasgos funcionales tienen influencias muy decisivas en los aspectos funcionales de los ecosistemas a nivel mundial.

Ortiz (2018) concluye que la respuesta funcional de las especies estudiadas se asocia a su estrategia regenerativa, razón por la cual se la clasifica como conservadora (*M. glaberrima*, *O. mexicana* y *Q. lancifolia*) y adquisitiva (*H. mexicanum*). Pero, la especie *M. glaberrima*, aunque se asoció al grupo conservadora, su tasa de asimilar CO₂ fue mejor en el acahual, similar a *H. mexicanum*. Asimismo, el rasgo funcional de *H. mexicanum* (densidad foliar baja, área foliar específica y mayor espesor en el parénquima esponjoso) determinó que dicha especie posea mayor tasa de crecimiento relativo en el acahual. Razón por el cual, hay la posibilidad de que se utilice para restaurar bosques mesófilos de montañas durante las fases tempranas. En el caso de *M. glaberrima*, hay posibilidades de que se le incluya en fases posteriores al crecimiento de especies con resultados iguales al *H. mexicanum*. Finalmente, la investigación concluye que los rasgos funcionales de *Q. lancifolia* y *O. mexicana* determinan que posean un crecimiento relativo bajo y su mayor desempeño sea registrada en medios conservados, por tal motivo no se recomienda utilizar en lugares abiertos de elevada radiación solar, en programas de restauración de los bosques mesófilos de montañas. Pero, dichas especies pueden introducirse en fases muy avanzadas de restauración, cuando ya se observa un desarrollo del dosel que tienda a establecer medios lumínicos que favorezcan a las especies indicadas.

2.2.2. Nacional

Zelada y Reynel (2019) concluyen que el área foliar específica, área foliar y de la densidad básica de la madera, para una misma especie arbórea, sugieren una variación de acuerdo a la zona de vida o al gradiente altitudinal; muy probable por las variaciones de su condición ambiental.

2.2.3. Local

Díaz (2018) estudió el “Análisis estructural del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva mediante parcelas permanentes de medición” concluye que la estructura horizontal, en la PPM I, la densidad, dominancia, el IVI y la cobertura, fue mayor para *Parkia panurensis* con promedios de $65 \pm 22,97$ individuos/ha, $4,16 \pm 1,22$ m²/ha, 29,46% y 13,69%, respectivamente; en el caso de la PPM IV, la densidad, dominancia, el IVI y la cobertura fue mayor para *Senefeldera inclinata* con promedios de

155,00 \pm 36,88 individuos/ha, 3,68 \pm 0,75 m²/ha, 42,85% y 20,34%, respectivamente. Asimismo, cada PPM evaluada poseen características estructurales particulares a pesar de que se encuentran muy cercanas en el mismo ecosistema boscoso.

Vela (2019) concluye que la PPM IV cuenta con 38 familias distribuidas en 117 especies y 544 árboles, de las cuales *Parkia panurensis* es más alta y *Eugenia egensis* es la más pequeña; mayores cantidades de familias, especies e individuos presentaron densidades básicas media y alta; mayor valor de biomasa aérea registró las Euphorbiáceas; en el porcentaje y grado de cobertura de la copa sobresalieron *Apeiba aspera*, *Nectandra pulverulenta*, *Micropholis guyanensis*, *Pseudopiptadenia suaveolens* y *Ficus casapiensis*, mayores índices de copa lo registra *P. suaveolens*, con mayor forma y manto de copa se observó a *E. egensis*, de mayor índice de espacio vital estuvo *Hirtella racemosa* y los individuos más esbeltos fueron *F. casapiensis*; en base al IVI, el ecosistema boscoso lo conforman *Pourouma minor*, *Dacryodes nitens*, *Theobroma subincanum*, *Virola pavonis*, *Senefeldera inclinata*, *Cedrelinga cateniformis*, *Hevea guianensis*, *Marila tomentosa*, *Otoba parvifolia*, *Cecropia sciadophylla*, *Schizocalyx peruvianus*, *Gutteria guentheri*, *Pseudolmedia laevis* y *Osteophloeum platyspermum*.

Aguirre *et al.* (2019) concluye que el 66,6% de las especies presentan estrategias de conservación conservativas, mientras que el 33,4% pertenecen a especies adaptativas. El valor de t fue 40,8 y el p-valor de 0,000 (p-valor inferior a 0,05) indica que la densidad de la madera tiende a favorecer la estrategia de conservación para las especies conservativas. El valor de t 2,8 y el p-valor de 0,005 tiende a revelar que la altura máxima favorece a la estrategia de conservación de las especies adaptativas, mientras se incrementa la edad sucesional vienen siendo remplazadas por las especies del grupo conservativas. El valor de la t 5,1 y el p-valor 0,000 (p-valor inferior a 0,05), determina que los diámetros del fuste de los árboles asisten a la estrategia de conservación de las especies adaptativas, y que durante la sucesión madura las especies conservativas.

En otros estudios como los ejecutados por Salazar (2022) donde se estableció una parcela de 1 ha a una altitud de 1036 msnm ubicada en el bosque comunal del caserío Lejá en el distrito Shamboyacu, provincia Picota, región San Martín; registró a 792 individuos distribuidos en 186 especies en donde hubo una especie del mismo género que se viene estudiando, siendo este *Parkia nitida* con 59,27 cm de Dap y 18,00 m de altura.

Martel (2021) estableció una parcela de 1 ha ubicado a 639 msnm en el caserío de Maronilla, dentro de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul (PNCAZ), en el distrito Pucayacu, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, en donde

no encontró ningún individuo con Dap superior o igual a 10 cm de las 180 especies identificadas distribuidas en 640 individuos.

En Tingo María, Bocanegra (2021) evaluó la PPM V ubicada en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en un área de 1 ha solamente encontró 311 individuos y solamente hubo un individuo de *P. panurensis*. Además, el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015) registró en una parcela en Bosque de terrazas alta a 3 individuos de *P. panurensis* en una densidad de 559 individuos/ha y en otra parcela de 470 ind/ha no se encontró a la especie en estudio, pero hubo otras especies del mismo género como *Parkia igneiflora* con 3 individuos y *Parkia velutina* con 2 individuos; ninguna presencia de esta especie en dos parcelas del Bosque de terrazas bajas inundables, pero en el caso del Bosque de colina baja ligeramente disectada se observó en la primera parcela (609 árboles/ha) a 7 individuos acompañados de las especies *P. igneiflora* con 10 individuos y *Parkia nitida* con 10 individuos, en la segunda parcela (529 árboles/ha) se registró a 13 individuos acompañados de *P. nitida* con 15 individuos; en el caso del Bosque de colinas bajas moderadamente disectadas solamente se registró a 16 individuos de *P. igneiflora* de 575 árboles y 13 individuos de *P. igneiflora* en otra parcela con 538 individuos/ha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se ejecutó en un área aproximada de 23,02 ha dentro del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), dividido en dos bloques, bloque I que abarca como área a 11,34 ha ubicado en el bosque de colina baja y el bloque II con un área de 11,68 ha ubicado en el bosque de colina alta. Asimismo, el acceso se localiza por la carretera central a 1,21 km desde la ciudad de Tingo María, en la margen derecha del río Huallaga.

3.1.1. Ubicación geográfica y política

En la **Figura 1**, se muestra la ubicación del área de investigación en el BRUNAS.

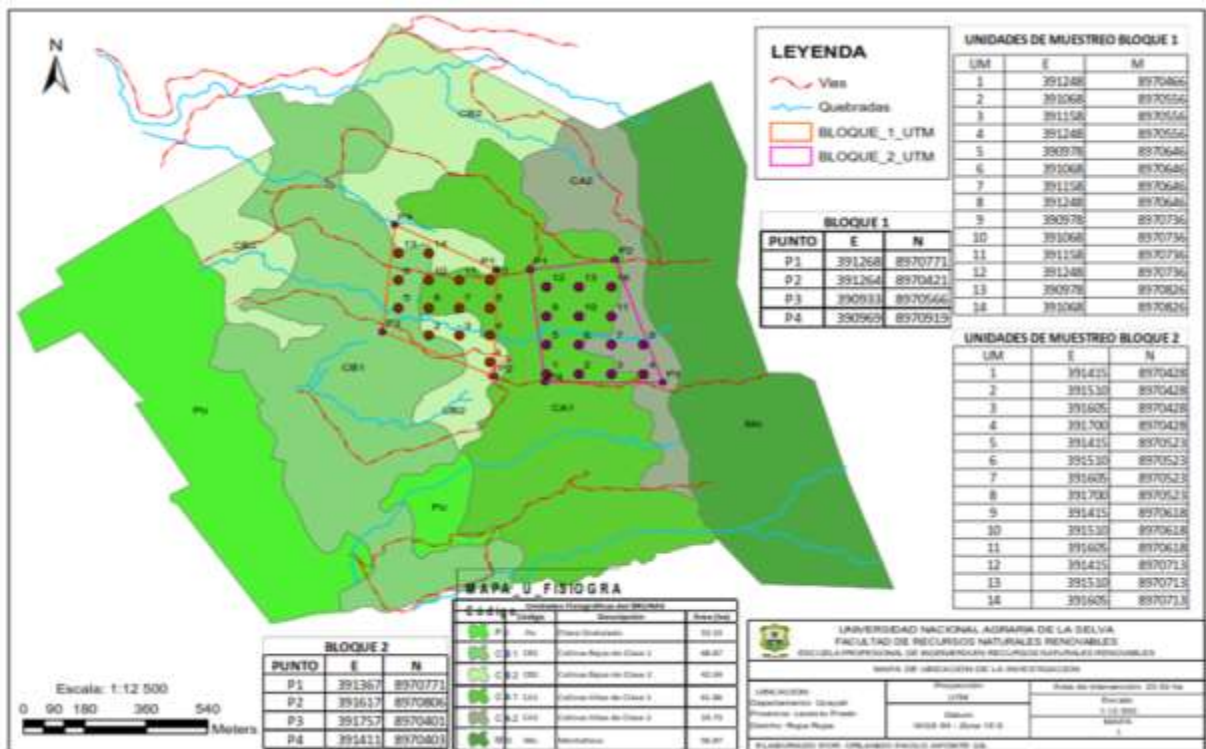


Figura 1. Mapa de ubicación del área de investigación.

Políticamente la investigación se sitúa en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado del departamento de Huánuco.

3.1.2. Zona de vida

Según el orden de las zonas de vida o arreglos vegetales en el planeta y la gráfica bioclimática elaborado por Holdridge (1971), la ciudad de Tingo María está situada

en el desarrollo vegetal de bosque premontano tropical excepcionalmente húmedo (bmh - T) y de acuerdo a lo reportado por Tovar *et al.* (2010) se localiza en la ecorregión Nor Huánuco Yungas Peruanas, cuya dirección geográfica es: 09° 08' 00" de alcance sur y 75° 57' 00" de longitud oeste. Asimismo, se localiza a 660 msnm de gradiente altitudinal, donde la temperatura anual es 24,0 °C y la precipitación anual acumulada asciende a 3 200 mm.

3.1.3. Clima

En cuanto a las condiciones de clima, se detalla de acuerdo a los reportes de boletines hidro climáticos emitidos por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2022), determinan que el distrito presenta elevada precipitación a través del año con una media de 3 714,0 mm, las lluvias más notorias ocurren entre el periodo desde octubre hasta mayo, siendo el máximo registro en el mes de noviembre con media mensual de 675,46 mm, en donde se tiene un 87% de humedad relativa, 30,43 °C de temperatura máxima, 20,64 °C de temperatura mínima y 25,56 °C de la temperatura promedio anual.

3.1.4. Fisiografía

Respecto a su fisiografía del BRUNAS, Puerta (2007) determinó que el rango altitudinal de este espacio inicia desde los 667 msnm y se eleva hasta los 1 092 msnm razón por la cual configura tres unidades fisiográficas: la Colina Baja que abarca 22,91 ha, proseguida de la colina alta que abarca 150,74 ha representado la geoforma más grande y finalmente el área accidentada que abarca 43,57 ha, dicha unidad se le conoce como "Cerro Cachimbo", por encontrarse desprovista de árboles. Debido a la inclinación del BRUNAS, el 70,74% de su área presenta valores más notables que el 25%, lo que demuestra que tiene un lugar con una zona eminentemente accidentada.

3.1.5. Hidrografía

De acuerdo al reporte difundido por Dueñas (2009), el BRUNAS cuenta en su interior con seis quebradas: Asunción Saldaña, Córdova, Del Águila, Cocheros, Zoocriadero y Naranjal, cuyas nacientes son la parte montañosa y tiende a desembocar en el río Huallaga. A lo largo de su curso este-oeste, suelen abastecer del recurso hídrico a los ambientes de la UNAS, de manera similar que, a los pobladores aledaños a la casa superior de estudios, como es el caso de Asunción Saldaña, Buenos Aires, Mercedes Alta, Sven Ericsson, San Martín y Quebrada del Águila.

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Se trabajó con la especie *Parkia panurensis* "pashaco colorado" del bosque de colina baja y alta del BRUNAS, midiéndose el diámetro a 1,30 cm desde el suelo,

utilizando para ello cinta diamétrica, wincha de 30 m, rafia, formatos de campo, entre otros. Asimismo, se utilizó, brújula, clinómetro Suunto, cámara digital, distanciómetro láser, receptor (GPS) medidor de área foliar portátil y computadora portátil.

3.2.2. Metodología

Previamente fue necesario recabar información primaria y secundaria, para lo cual se hizo de acuerdo con lo siguiente:

a) Desarrollo y técnica de recolección de información para la tesis

Para el desarrollo de la investigación, se acopió toda la información cartográfica existente del área de investigación, con el cual se elaboró un mapa base a la cual se insertó toda la información, el mismo que favoreció planificar la logística para la recopilación de la información de campo. Asimismo, fue necesario realizar un reconocimiento al área, durante el cual se ubicaron los vértices del área de investigación. Y en cuanto a las técnicas de recolección de información, se hizo con los formatos preestablecidos para la colecta de datos de campo en este tipo de investigación.

En cuanto a las técnicas fueron: a) Técnicas bibliográficas que consistió en realizar un análisis documental, el cual permitió analizar el contenido de las referencias bibliográficas leídas sobre el tema en estudio. Asimismo, el fichaje que permitió recolectar la información bibliográfica y hemerográficas para la elaboración de la bibliografía. Y b) Técnicas de campo, que se basó en la observación, el cual fue el registro de datos.

Y los instrumentos con las cuales se recolectaron la información fueron: a) Instrumentos bibliográficos, que consistió en elaborar fichas de documentación e investigaciones (citas textuales, resúmenes, comentarios, combinadas) redactadas según modelo APA para elaborar las bases teóricas del informe de tesis. También se hicieron fichas de registros o localización, siendo estas bibliográficas y hemerográficas donde se consideró el autor, año, título, subtítulo, así como también, edición, lugar de publicación, editorial y paginación. Y b) fichas de contenido o de investigación, que consistió en una libreta de campo, el cual se hizo con formatos para la colecta de datos.

3.2.2.1. Cantidad de individuos de la especie *P. panurensis* en colinas bajas y altas a través de un inventario forestal

Para el logro de este objetivo específico, se realizó previamente un inventario forestal, utilizando bloques convencionales con distribución sistemática de las unidades de muestreo en el interior del bloque, utilizándose dos bloques, uno en colina baja y otro en colina alta, con esta metodología se obtuvo la cantidad de árboles de la especie en cada bloque, el mismo que se expresó por hectárea, siendo los pasos:

a) Población

Estuvo constituido por los árboles cuya característica primordial fue que presentaran mayor o igual a 10 cm de DAP, además estuvieron presentes en dos bloques sobre un área de 23,02 ha de colinas bajas y altas del BRUNAS. Los polígonos (**Tabla 1**) tienen la siguiente información:

Tabla 1. Coordenadas de los polígonos del área investigada.

Bloque	Puntos	Este	Norte	Altitud (msnm)
I	P ₁	391268	8970771	826
	P ₂	391264	8970421	800
	P ₃	390933	8970566	739
	P ₄	390969	8970919	742
II	P ₁	391367	8970772	860
	P ₂	391616	8970807	952
	P ₃	391550	8970380	952
	P ₄	391411	8970403	841

b) Muestra

Para el cálculo de las unidades muestrales dentro de cada uno de los polígonos de cada bloque, como se muestra en la **Figura 2**, se utilizó la clásica fórmula para inventarios de población infinita:

$$n = \frac{CV^2 * t^2}{E^2}$$

Donde:

n = Cantidad de unidad de muestreo que se requiere

CV = Coeficiente de variación de la vegetación.

t = Valor de la tabla de la distribución t de Student; 1,64 que bajo su forma de redondeo se utilizó el valor de 2,00

E = Valor del error de muestreo a considerar

c) Cálculo de la cantidad de unidades de muestreo

Para calcular el número unidades de muestreo conforme a la **Figura 2** se usó la siguiente información:

Tabla 2. Cálculo de las unidades de muestreo.

Tamaño de muestra ($n = CV^2 * t^2 / E^2$)		Información del área		$d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}}$
CV(%)	E(%)	Interv. Conf.	Tamaño de muestra	
41%	23%	95%	14*	90
B1=11,34				
41%	23%	95%	14*	90
B2=11,68				

CV(%)	E(%)	Interv. Conf.	Tamaño de muestra	Áreas (ha)	Situación	Distancia de la grilla (m)
41%	23%	95%	14*	B1=11,34	Bosque Reservado de la UNAS	90
41%	23%	95%	14*	B2=11,68	UNAS	90

*El resultado del cálculo es 12,71 unidades muestrales por cada bloque, pero al momento de realizar la distribución de estas unidades en el SIG, dan 14 UM en cada uno de los bloques.

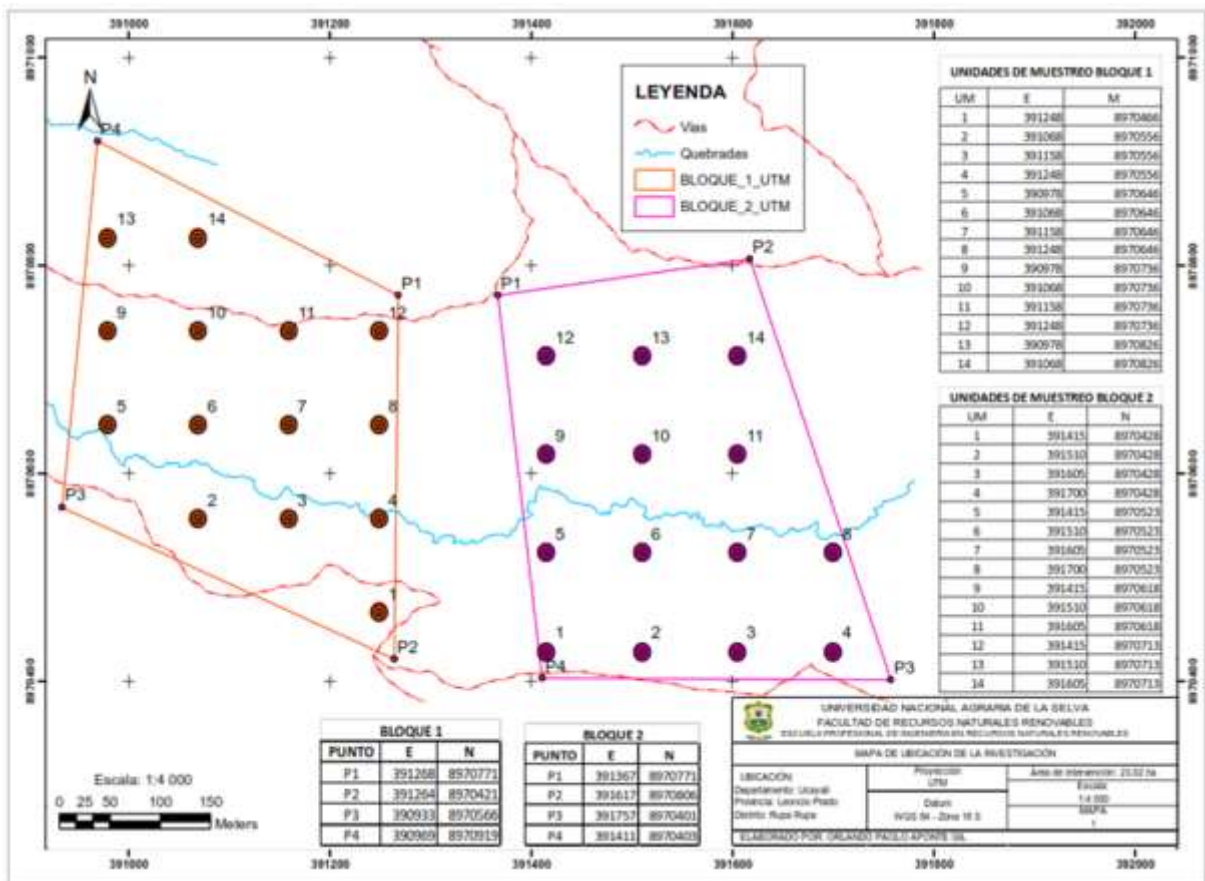


Figura 2. Diseño de muestreo de la investigación.

d) Diseño de muestreo, forma y tamaño de muestra

Se empleó un diseño de muestreo sistemático sobre la base de un punto aleatorio, con estratificación en bloques por tipo de colina (baja y alta), considerando un margen de error de muestreo permisible de 23,0% con un nivel de confiabilidad del 95%. Las distribuciones de las unidades de muestreo (UM) fueron realizadas

sobre un distanciamiento de grilla de 90 m que fue calculada por medio de la fórmula de Dauber (1995) y el distanciamiento entre puntos fue 90 m vinculada al área de investigación con el número de UM. En dicha grilla se calculó matemáticamente para la distribución de las UM de forma alineada en el espacio estudiado (distribución sistemática).

La forma de las unidades de muestreo fue basada en un círculo donde el área abarcada fue 0,05 ha (500 m²) como se muestra en la **Figura 3**. Se usó estas formas de parcelas, debido a que varios estudios de poblaciones en bosque tropical de Latinoamérica y Centro América exhortan el uso de UM de forma circular con área de 500 m², debido a que tiene buen rendimiento de muestreo y es menos costoso que otras formas y dimensiones de parcelas. Además, la unidad de análisis estuvo representado por un árbol. Conforme a lo señalado, el área de la muestra abarcó 1,4 ha (14 000 m², 28 UM x 500 m²), de acuerdo con el muestreo estadístico utilizado.

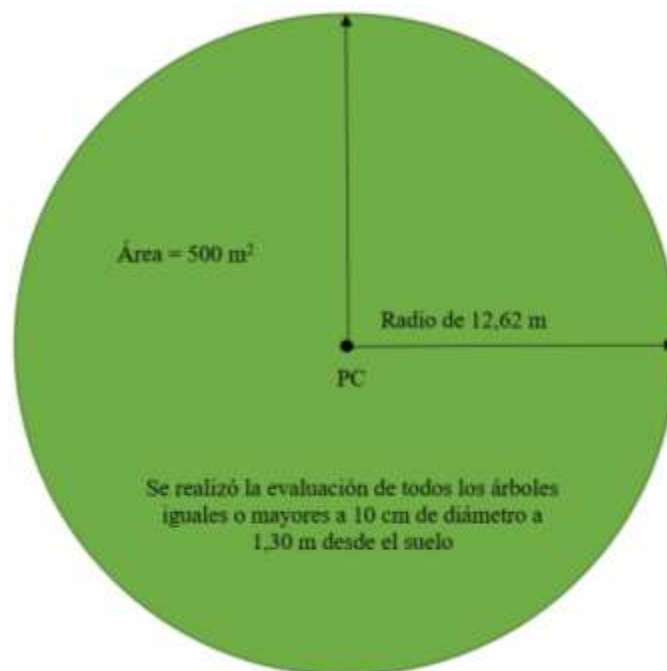


Figura 3. Forma del diseño de la unidad de muestreo. Tomado del SERFOR, 2019.

e) *Tipo de muestreo*

Fue el probabilístico y por conveniencia y como ya se detalló en los incisos precedentes, para el cálculo del tamaño y diseño de muestreo, en la ecozona de selva alta. Según la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - INFFS (SERFOR, 2019) y sustentado de acuerdo a la publicación de Hernández *et al.* (2004:305).

3.2.2.2. Diferencia de la morfometría de árboles y copa en colinas bajas y altas

a) *Altura máxima*

Se tomaron medidas de la totalidad de árboles cuya característica primordial fue que su fuste midiera igual o mayor a 10 cm de DAP, utilizando el método indirecto, con el uso del clinómetro, siguiendo el protocolo que propuso Chave (2005) en el manual de campo para medir la altura del árbol en los árboles tropicales. Y para calificar las categorías funcionales de altura total del árbol se utilizó los estratos arbóreos que propuso Finegan *et al.* (1999), donde se consideró a la altura máxima del árbol cuando dicho individuo logra alcanzar la madurez reproductiva, siendo las categorías de estratos los siguientes:

- Estrato arbóreo inferior : $\leq 4,9$ m
- Estrato arbóreo medio : 5-24,9 m
- Estrato arbóreo superior : 25-34,9 m
- Estrato emergente : > 35 m

b) *Diámetro de fuste*

Se ha medido a la totalidad de árboles con DAP superior o igual a 10 cm en cada una de las áreas de las unidades de muestreo, utilizando cinta diamétrica. Para la distribución por clases diamétricas se consideró las siguientes clases funcionales: 10 a 20 cm, 20 a 30 cm, 30 a 40 cm, 40 a 50 cm, 50 a 60 cm, 60 a 70 cm, 70 a 80 cm y > 80 cm.

c) *Diámetro de copa*

Se procedió midiendo la proyección de la copa del árbol sobre la superficie del suelo, midiendo de preferencia en los cuatro puntos cardinales (Este, Oeste, Norte y Sur), se usó para ello una brújula (Azimut), una wincha y/o distanciómetro láser, para medir la distancia de la proyección de copa, desde el fuste hasta la posición del observador o personal de apoyo. Se calculó utilizando las fórmulas propuestas por Andrade y Cerda (2022):

$$Dc = \frac{\sum_{i=1}^n Dci}{n} \qquad Ac = \frac{\pi}{4} Dc^2$$

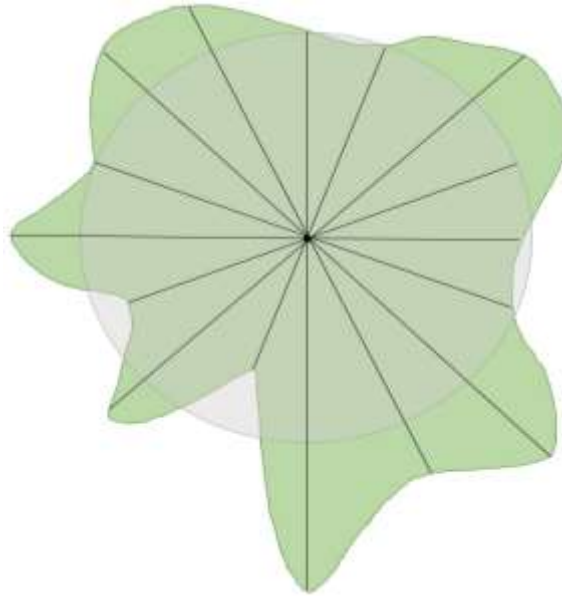
Donde:

Dci = diámetro en los cuatro puntos cardinales, N, E, S y O

n = número de mediciones del diámetro

Dc = sumatoria de los diámetros dividido entre el número de mediciones

Ac = Área de copa



El porcentaje de error disminuye mientras mayor sea la cantidad de líneas proyectadas.

Figura 4. Forma de medición del diámetro de copa de los árboles.

d) *Altura de copa*

Para el cálculo de la altura de copa, conocido también como largo de copa, se usó la diferencia existente de la altura máxima con la altura hasta la inserción de la primera rama del árbol, conocido también como altura comercial.

e) *Parámetros de copa*

Estos parámetros como se muestra en la **Figura 5**, porcentaje de copa, forma de copa, índice de copa, manto de copa, índice de espacio vital y la robustez o esbeltez, se calcularon utilizando las relaciones morfométricas propuestas por Arias (2005):

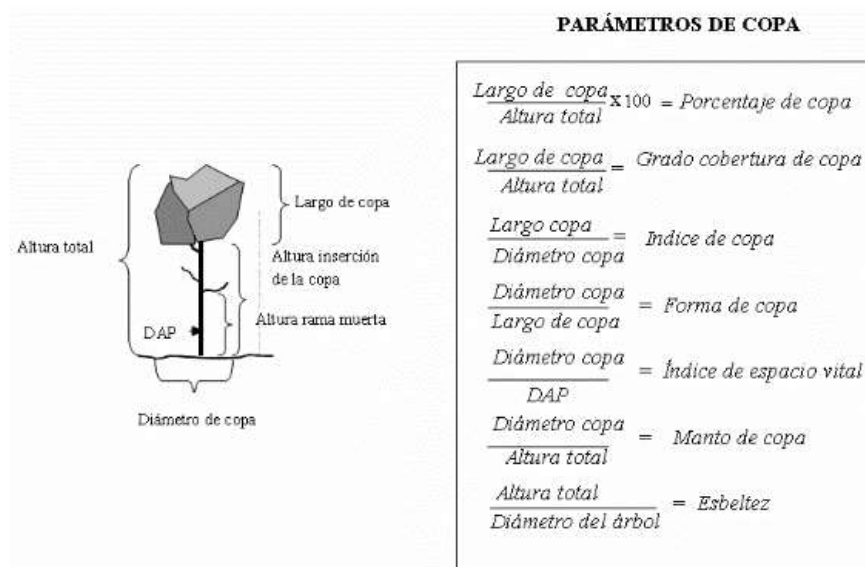


Figura 5. Modelo de un árbol latifoliado y sus relaciones morfométricas, modificado a partir de Burger (1939).

3.2.2.3. Diferencia del tamaño foliar, área foliar y área foliar específica, en colinas bajas y altas.

a) *Tamaño foliar*

Se utilizó una regla graduada para la medición de la hoja, los foliolos y los foliolulos de las hojas compuestas de *Parkia panurensis* (**Figura 6**). Siguiendo para ello lo propuesto por (Cornelissen *et al.*, 2003).



Figura 6. Medición de la longitud del pecíolo y la dimensión de la raquilla del foliolo.

b) *Área foliar*

Para la estimación del área foliar (cm^2) se utilizó un medidor de área foliar portátil marca BIOBASE modelo LAM-A (**Figura 7**) perteneciente al Laboratorio de Certificación de Semillas de la Escuela Profesional de Ing. en Recursos Naturales Renovables, para ello se seleccionó una hoja completa de la especie *Parkia panurensis*, sin daño morfológico alguno.



Figura 7. Cálculo del área foliar de *P. panurensis*.

c) Área foliar específica

Para este variable, se hizo a través del peso seco en estufa - por un periodo tres días a 70°C - para luego aplicar la relación recomendada por Pérez *et al.* (2004):

$$\text{Área foliar específica} = \text{Área foliar (cm}^2\text{)}/\text{peso seco (g)}.$$

d) Tipo de hoja

Se determinó si la hoja es simples o compuestas mediante la clasificación de Flores (2016).

e) Contenido foliar de fósforo (P)

Para determinar el contenido foliar de fósforo se tomó una muestra compuesta de las hojas de aproximadamente un (01) kg *P. panurensis*. El contenido de fósforo se determinó mediante el método de espectrofotometría (McKean *et al.* (1993); UCV, 2013).

f) Contenido foliar de Nitrógeno (N)

Se determinó el contenido foliar de nitrógeno tomando una muestra de las hojas de aproximadamente un (01) kg de *P. panurensis*. El contenido de nitrógeno se estimó por el método de combustión Kjeldahal (McKean *et al.* (1993); UCV, 2013).

3.2.2.4. Diferencia de la densidad básica en colinas bajas y altas

Para esta variable, se utilizó la metodología propuesta por Zelada y Reynel (2019) para ello se empleó una tijera de mano, se extrajo dos segmentos, de cada rama colectada por árbol. La longitud de los segmentos fue de 10 cm (**Figura 8**).

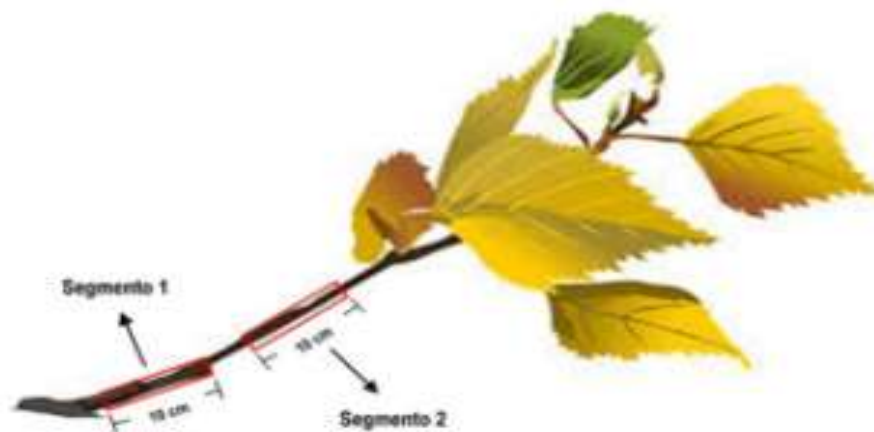


Figura 8. Modelo de los segmentos de rama colectados para la estimación de la densidad básica. Tomado de Zelada y Reynel (2019).

Con estos segmentos, se estimó la densidad básica a través de la fórmula: densidad básica de la madera = peso seco (g)/volumen verde (cm³); donde, el peso seco se obtuvo colocando los segmentos en estufa - por 76 horas a 100°C - y el volumen verde empleando el método conocido como dimensional o de Arquímedes. Luego, se promedió aritméticamente los valores de cada segmento obteniendo un solo valor por árbol. Finalmente, el cálculo de la densidad básica se realizó considerando la corteza de la rama (Baraloto *et al.*, 2010; Sarmiento *et al.*, 2011; Álvarez *et al.*, 2013).

3.2.2.5. Tipo y diseño de investigación

Se basó en una investigación aplicada, descriptiva, transversal, teóricamente sustentado en Hernández y Mendoza (2018), Valderrama (2013), Hernández *et al.* (2006), Hernández *et al.* (2014), Arias y Covinos (2021), Arias (2012) y Mejía (2005).

3.2.2.6. Variables evaluadas

Tabla 3. Variables evaluadas.

Variables	Indicadores	Subindicadores	
Rasgos funcionales	<i>a. Morfometría del árbol y copa</i>	<i>b. Altura máxima</i>	
		<i>c. Diámetro de copa</i>	
		<i>d. Altura de copa</i>	
		<i>e. Porcentaje de copa</i>	
		<i>f. Índice de copa</i>	
		<i>g. Forma de copa</i>	
		<i>h. Índice de espacio vital</i>	
		<i>i. Manto de copa</i>	
		<i>j. Esbeltez</i>	
		<i>b. Morfometría de la hoja</i>	<i>a) Tamaño foliar</i>
			<i>b) Área foliar</i>
			<i>c) Área foliar específica</i>
<i>c. Densidad básica</i>		<i>a) Muy baja (menor 0,30 g/cm³)</i>	
		<i>b) Baja (0,30 – 0,40 g/cm³)</i>	
		<i>c) Media (0,41 - 0,60 g/cm³)</i>	
		<i>d) Alta (0,61 - 0,75 g/cm³)</i>	
		<i>e) Muy alta (mayor a 0,75 g/cm³)</i>	
Colinas	<i>a. Colina baja</i>	<i>a) Individuos >= 10 cm de DAP</i>	
	<i>b. Colina alta</i>	<i>b) Individuos >= 10 cm de DAP</i>	

3.2.2.7. Método de análisis de datos

Luego del trabajo de colecta de datos con la metodología y diseño descritos, se definió los criterios y se ordenó la base de datos para su posterior análisis utilizando la estadística descriptiva (media, error estándar y coeficiente de variación). Con el fin de comparar los parámetros morfométricos y densidad básica se empleó la prueba T Student para dos muestras independientes (colina baja y colina alta)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cantidad de individuos de la especie *P. panurensis* en colinas bajas y altas a través de un inventario forestal

Con el método utilizado se encontró siete individuos en colina baja y ocho en colina alta, obteniéndose un promedio de $6,89 \pm 0,99$ árboles por hectárea en colina baja y $7,02 \pm 1,77$ árboles por hectárea en colina alta (**Tabla 4**). Al respecto en la PPM I, ubicada según la metodología de nuestra investigación en colina baja, Díaz (2018) encontró que la especie *P. panurensis* contaba con $65 \pm 22,97$ individuos/ha. Además de mostrar valores sobresalientes de la dominancia y frecuencia. En la PPM IV que de acuerdo con nuestra metodología se encuentra en colina alta *P. panurensis* muestra un solo individuo/ha en comparación con lo encontrado en colina baja, según lo reportado por Vela (2019).

Tabla 4. Número de individuos por colina y por hectárea.

Colina	Especie	Nº ind.	Rango de DAP (cm)	Prom. DAP (cm)	Prom. Altura (m)	Prom. árb./ha	E%
Baja	<i>P. panurensis</i>	7	10 a 59,6	28,64	21	$6,89 \pm 0,99$	14,47
Alta	<i>P. panurensis</i>	8	13 a 76,5	41,48	19,63	$7,02 \pm 1,77$	25,30

Los resultados obtenidos (**Tabla 4**) superan a los valores que registraron Bocanegra (2021) en la PPM V ubicada en el BRUNAS donde encontró solo un (01) individuo en una hectárea de muestreo, así como por parte del MINAM (2015) que en Bosque de terrazas alta obtuvo 3 individuos de una densidad de 559 ind/ha y en otra parcela de 470 ind/ha no se encontró a la especie en estudio; ninguna presencia de esta especie en dos parcelas del Bosque de terrazas bajas inundables así como en Bosque de colinas bajas moderadamente disectadas, pero en el caso del Bosque de colina baja ligeramente disectada se observó en la primera parcela (609 árboles/ha) a 7 individuos, en una segunda parcela (529 árboles/ha) se registró a 13 individuos. Comportamientos diferibles debido a la variabilidad de los ecosistemas boscosos siendo influenciados por el clima, el sistema edáfico o el grado de intervención humana, siendo este último factor de suma importancia ya que Salazar (2022) en el caserío de Lejá solamente encontró un individuo de *P. nitida* con 59,27 cm de Dap y 18,00 m de altura debido a que anteriormente había intervención humana, a esto se suma la ausencia de individuos en otra parcela evaluada por Martel (2021) ubicado a 639 msnm en el caserío de Maronilla, dentro de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul.

4.2. Diferencia de la morfometría de árboles y copa en colinas bajas y altas

La altura máxima de *P. panurensis* estuvo concentrada en un 57,14 % en colina baja y en 75 % en colina alta en el estrato arbóreo medio. No se lograron encontrar individuos de la especie menores a cinco metros, ni mayores a 35 metros en esta investigación (Tabla 5). Al respecto, Vela (2019) encontró que *P. panurensis* obtuvo el mejor promedio de altura (33 m) y Salazar (2022) registró un individuo con 18 m, es decir los resultados se encuentran en esa categoría de arbóreo superior, con 42,86 % en colina baja y 25 % en colina alta.

Tabla 5. Porcentaje por categoría de altura máxima en colina baja y alta.

Categoría altura máxima		Colina Baja		Colina Alta	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
<4,99	Arbóreo inferior	0	0	0	0
5 - 24,99	Arbóreo medio	4	57,14	6	75,00
25 - 34,99	Arbóreo superior	3	42,86	2	25,00
>35	Emergente	0	0	0	0
Total		7	100	8	100

En esta investigación se encontró que las especies de *P. panurensis* en colina baja de acuerdo con el rasgo funcional diámetro, se ubican en un 42,85 % en el rango de 10 – 20 cm de DAP, mientras que en colina alta existe una distribución más uniforme, siendo un 25 % en el rango de 20 – 30 cm y 40 – 50 cm de DAP (Tabla 6). En lo que corresponde a colina alta, Aguirre (2019) encontró que los árboles evaluados se encuentran en un 53,9 % entre 10 – 20 cm de DAP. encontrándose estrecha relación con nuestros resultados.

Tabla 6. Porcentaje por categoría de DAP en colina baja y alta.

DAP (cm)	Colina baja		Colina alta	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
10 - 20	3	42,85	1	12,50
20 - 30	1	14,29	2	25,00
30 - 40	2	28,57	1	12,50
40 - 50	0	0	2	25,00
50 - 60	1	14,29	0	0
60 - 70	0	0	1	12,50
70 - 80	0	0	1	12,50
>80	0	0	0	0
Total	7	100,00	8	100,00

La altura de copa (o largo de copa) es una variable importante que permite definir a través de ella cual será el porcentaje del árbol destinado al alto de copa. Lo cual se constituye en un parámetro importante para el control de calidad de los datos de campo de cada una de las especies y sobre todo de las de interés comercial, cuando esta no es accesible a su medición por diversos motivos. En nuestra investigación, en colina baja el porcentaje de altura de copa es de 44,31 % y en colina alta es 32,16 %, es decir sí tenemos un árbol de 20 m de altura comercial, en colina baja su altura total será 28,86 m y colina alta 26,43 m, presentando un promedio de altura de copa de 9,57 m para colina baja y 6,5 m para colina alta como se muestra en la figura 9. La copa, como lo señala Saavedra *et al.* (2016) es un excelente indicador de la salud de un bosque, sirve además para identificar cambios y tendencias en el recurso bosque. Asimismo, Schomaker *et al.* (1999) refieren que la copa es uno de los componentes del árbol que influyen sobre la producción primaria, porque su tamaño indica el vigor del árbol, de modo que copas densas y altas están asociadas con un crecimiento vigoroso. Por el contrario, las copas con poco desarrollo y poco densas reflejan condiciones desfavorables de crecimiento debido a la competencia, estrés por humedad o a la influencia de la defoliación por insectos, y enfermedades de las hojas, entre otros.

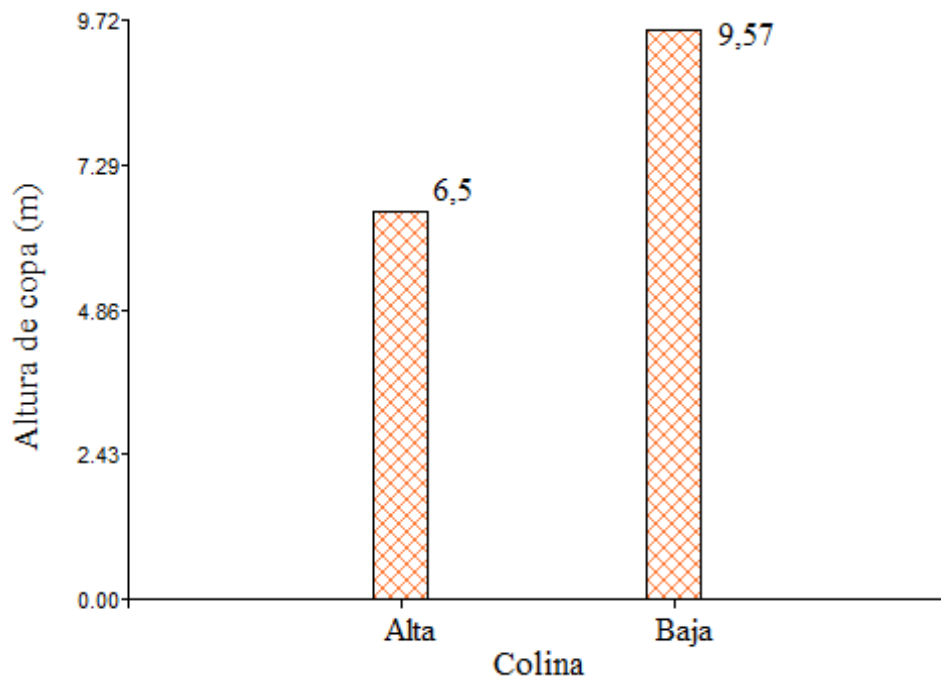


Figura 9. Promedio de altura de copa (largo de copa) en colina baja y alta.

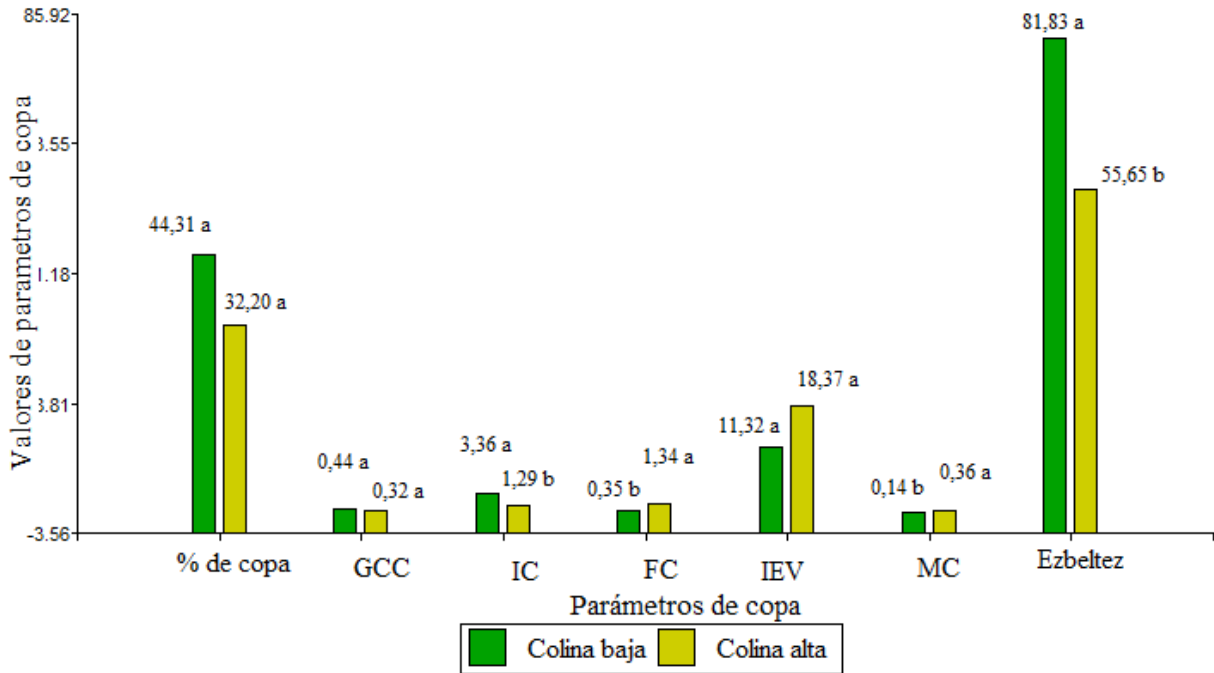
Para los parámetros de copa se empleó la prueba T Student basados en el promedio por colina baja y alta, donde se registró para el Índice de copa, forma de copa, manto de copa y esbeltez (**Tabla 7**), en la comparación de medias en el índice de copa y

esbeltez fue superior en colina baja con valores de 3,36 y 81,83 respectivamente, mientras para la forma de copa y manto de copa fueron superiores en colina alta con un valor promedio de 1,34 y 0,36 respectivamente, en los demás parámetros morfoométricos solo se evidencian diferencias numéricas, mas no estadística (**Figura 10**). Al respecto, Durlo y Denardi (1998) refieren que la morfometría de un árbol a través de las variables de copa, brindan una buena idea de las relaciones interdimensionales, el espacio vertical ocupado por cada árbol, el grado de competencia, la estabilidad, vitalidad y productividad de cada individuo en el bosque. Asimismo, como lo señala Durlo (1996) el diámetro de copa se relaciona directamente con el crecimiento de los árboles, debido a que, a mayor diámetro de copa, mayor será el área del aparato fotosintético del árbol. Se sabe también por Durlo (2001) que el porcentaje de copa nos permite conocer la vitalidad de los árboles del bosque, así como también el grado de competencia entre especies. Para calcular el número de árboles que pueden ocupar una hectárea de bosque o plantación, como lo refiere Stampfer (1995) es importante el uso del índice de espacio vital, que nos indica cuantas veces es mayor el diámetro de copa al diámetro de su fuste. En nuestra investigación se ha encontrado que en colina baja la copa 11,32 veces más que el DAP de los árboles de *P. panurensis* y 18,37 veces más en colina alta.

Tabla 7. Prueba T Student para parámetros de copa en colina baja y alta.

Parámetros de copa	Colina	Promedio	GL	pHomVar	T	P valor
% copa	Baja	32.16	13	0.6873	-1.66	0.12 ^{NS}
	Alta	44.31				
Grado de cobertura de copa	Baja	0.44	13	0.643	-1.67	0.1192 ^{NS}
	Alta	0.32				
Índice de copa	Baja	3.36	13	0.26	-3.38	0.0049**
	Alta	1.29				
Forma de copa	Baja	0.35	13	0.0001	2.73	0.0294*
	Alta	1.34				
Índice de espacio vital	Baja	11.32	13	0.0182	1.38	0.2007 ^{NS}
	Alta	18.37				
Manto de copa	Baja	0.14	13	0.002	2.41	0.0424*
	Alta	0.36				
Esbeltez	Baja	81.83	13	0.9768	-2.27	0.0405*
	Alta	55.66				

GL: grado de libertad; NS: no significativo; *: significativo; **: altamente significativo



GCC: grado de cobertura de copa; IC: índice de copa; FC: forma de copa; IEV: índice de espacio vital; MC: manto de copa;

Figura 10. Promedio del parámetro de copa en colina baja y alta.

Para tener una idea de la dimensión de la copa es necesario utilizar el índice de copa como lo refiere Arias (2005), en nuestra investigación se encontró que en colina baja es 3,36 y 1,29 en colina alta, indicándose que los valores menores se asocian con sitios desfavorables para el crecimiento de los árboles, es decir es un criterio útil para determinar la calidad de sitio de un bosque. En cuanto a la forma de copa se ha encontrado que en colina baja el diámetro de copa es 0,35 veces más grande que la altura de copa (largo de copa) y 1,34 veces más grande en colina alta, Rodríguez *et al.* (2008) refieren que si se conoce el tamaño y la forma de la copa es posible corregir problemas de erosión de suelo, además de contribuir a la recuperación de la cobertura arbórea.

La relación entre el diámetro de copa y la altura total (manto de copa) muestra valores de 0,14 en colina baja y 0,36 en colina alta, parámetro que según Durlo y Denardi (1998), indica menor competencia y mayor capacidad de los árboles para recibir la luz del sol, lo cual es corroborado por el valor significativamente mayor del área de copa encontrado, donde cada árbol cubrió en promedio con su copa 8,12 m² de terreno en colina baja y 41,15 m² en colina alta.

Finalmente la relación altura total (o altura máxima) y el diámetro del árbol, para colina baja 81,83 y 55,65 para colina alta (Tabla 7 y Figura 10), y por lo referido por Serrada (2008) la esbeltez es una relación directamente proporcional a la densidad, en la medida que

la espesura es mayor, más elevado será su valor, e igualmente arma que valores de esbeltez superiores a 100 son considerados como críticos para una plantación respecto a la afectación mecánica que ésta puede recibir desde el punto de vista de su estabilidad contra los fuertes vientos; mientras que los valores cercanos a 70 son considerados normales. Por lo indicado la esbeltez en colina alta es más estable. Al respecto, Pérez *et al.* (2019) evidenciaron en *Acacia mangium* la tendencia de la especie a la conicidad según cambia la región de crecimiento, concretamente en sitios menos favorables; siendo que valores de esbeltez altos (116,63) evidencian fustes más cilíndricos, pero menos resistentes a los fuertes vientos.

4.3. Diferencia del tamaño foliar, área foliar y área foliar específica, en colinas bajas y altas

Existen modelos de longitud y ancho de hoja para calcular el área foliar (**Tabla 8**), al respecto Gutierrez *et al.* (2009) refieren que estos modelos pueden proveer estimaciones de alta precisión para la determinación rápida y económica del área foliar en plantas de *A. acuminata*, *E. pendula* y *Q. humboldtii*. Del mismo modo el área foliar y el área foliar específica, como refiere Cardoza (2011) son usados como indicadores de adaptación ambiental y se relacionan con las estrategias de captación y absorción de luz y agua. En nuestra investigación se encontró que en colina baja el área foliar es relativamente mayor, debiendo entenderse que hay otros factores que influyen estas variaciones en la especie y que no fueron objeto de esta investigación. Así también, Kucharik *et al.* (1998) refieren que el área foliar está asociada con la mayoría de los procesos agronómicos, biológicos, ambientales y fisiológicos, que incluyen el análisis de crecimiento, la fotosíntesis, la transpiración, la interceptación de luz, la asignación de biomasa y el balance de energía.

Por su parte, Bermeo (2010) calculó que valores promedio bajos de área foliar y de área foliar específica -326,14 cm² y 129,80 cm²/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. No concordando con nuestros resultados encontrados, debido a que son iguales o mayores en colina alta. Asimismo, Zelada y Reynel (2019) indican que los valores promedios del área foliar, área foliar específica y de la densidad básica de la madera, para una misma especie, sugieren una variación según la zona de vida o el nivel altitudinal; debido, muy probablemente, a las diferentes condiciones ambientales. Asimismo, Violle *et al.* (2007) refieren que no existe un único valor para un determinado rasgo de una especie, ya que se pueden registrar valores muy diferentes a lo largo de gradientes altitudinales, inclusive con poca diferencia altitudinal, por lo cual, para tener mayores consistencias al respecto, es necesario realizar más mediciones y sobre todo en ciclos climáticos.

Tabla 8. Promedio de la morfometría de la hoja de *P. panurensis* en colina baja y alta.

Morfometría de la hoja	Colina Baja	Colina alta
Tamaño foliar (cm)	61	60
Tamaño del pinna (cm)	17	16
Área foliar (cm ²)	775,41	775,39
Área del pinna (cm ²)	36,92	36,08
Área foliar específica (cm ² /g)	256,38	258,47
Tipo de hoja	Hojas alternas hasta 61 cm de longitud, de 17-21 pares pinnas, opuestas o subopuestas; aproximadamente 27-29 pares de folíolos, opuestos, oblongos, 5-8 mm ancho por 5-15 mm de largo, ápice redondeado u obtuso.	Hojas alternas hasta 61 cm de longitud, de 17-21 pares pinnas, opuestas o subopuestas; aproximadamente 27-29 pares de folíolos, opuestos, oblongos, 5-8 mm ancho por 5-15 mm de largo, ápice redondeado u obtuso.
Materia seca (%)	34,714	35,286
Materia orgánica (%)	29,53	30,11
Contenido foliar de fósforo (P) (%)	0,477	0,519
Contenido foliar de Nitrógeno (N) (%)	2,632	2,632

Con referencia al tipo de hoja, Petit (1968) concluyó que existe una tendencia marcada de las relaciones entre la precipitación y las dimensiones de las diferentes partes de la hoja tales como: longitud ancha del limbo, largo del peciolo, raquis y ápice. Esto indica que, al aumentar la precipitación, aumentan los tamaños de las partes citadas. Es decir, el tipo de hoja del árbol está relacionado con la precipitación, así como por otros factores ambientales, edáficos, etc.

En cuanto a materia seca se encontró 34,71 % en colina baja y 35,28 % en colina alta, en relación con otros posibles componentes de la planta, *P. panurensis* registra buena distribución de la materia seca, información importante para conocer los requerimientos nutricionales de una planta, en nuestro caso los árboles. Al respecto, Etchevers (1987) y Szucs (1997) refieren que la cantidad de nutrimentos extraídos por las plantas para producir el fruto, follaje, tallos y raíces, son valores indispensables para conocer la cantidad de nutrimentos

retirados de las reservas del suelo y por lo tanto, la cantidad de fertilizante que debe suministrarse. La información de esta investigación resulta ser relevante, debido a que esta especie en un manejo forestal sostenible no será exigente en nutrientes. Asimismo, Del Valle (2003); Celentano *et al.* (2011) y Hernández *et al.* (2013) refieren que en los bosques tropicales la caída de hojarasca representa la mayor entrada de nutrientes y materia orgánica que retorna al suelo, estimándose entre 25 % y 60 % de la productividad primaria neta, en nuestra investigación se ha encontrado valores dentro de lo descrito por estos autores y como se muestra en la **Tabla 8**.

Con respecto al N en las hojas de *P. panurensis* Lea-Cox *et al.* (2001) refieren que las reservas de N en hojas y componentes estructurales del árbol juegan un papel importante en el desarrollo de nuevos flujos de crecimiento y flores. La distribución de la materia seca en árboles cítricos varía con el nivel de N en todo el árbol y con el desarrollo del fruto lo cual genera competencia entre los componentes del árbol.

Vera *et al.* (1999) encontraron para el bosque montano alto en hojas maduras 1,47 % de N y 0,09 % de P y bosque montano bajo en hojas maduras 1,78 % de N y 0,127 % de P. en comparación con nuestros resultados el N y P en colina baja y alta es mayor a lo encontrado por estos investigadores. *P. panurensis* de acuerdo con nuestros resultados contiene niveles buenos en nitrógeno y fósforo, lo que indica que los suelos de colina baja y alta pueden soportar un manejo sostenible sin verse perturbados.

4.4. Diferencia de la densidad básica en colinas bajas y altas

En la investigación no se ha encontrado diferencias significativas en la densidad básica de *P. panurensis* en colinas bajas y altas (**Tabla 9**), mostrándose relativamente superior en colinas altas, pero siendo según la categoría una especie forestal de muy baja densidad (**Figura 11**), Linares (2018) encontró una densidad de 0,289 g/cm³ en *P. panurensis*, resultado casi similar a lo obtenido en nuestra investigación. En ese contexto según este rasgo funcional de la densidad básica, *P. panurensis* es una especie adaptativa, según lo reportado por Cardoza (2011).

Tabla 9. Prueba T Student para la densidad básica en colina alta y baja.

Colina	Promedio	GL	pHomVar	T	P valor
Baja	0,287	13	0,766	0,28	0,78 ^{NS}
Alta	0,294				

NS: No existen diferencias estadísticas significativas.

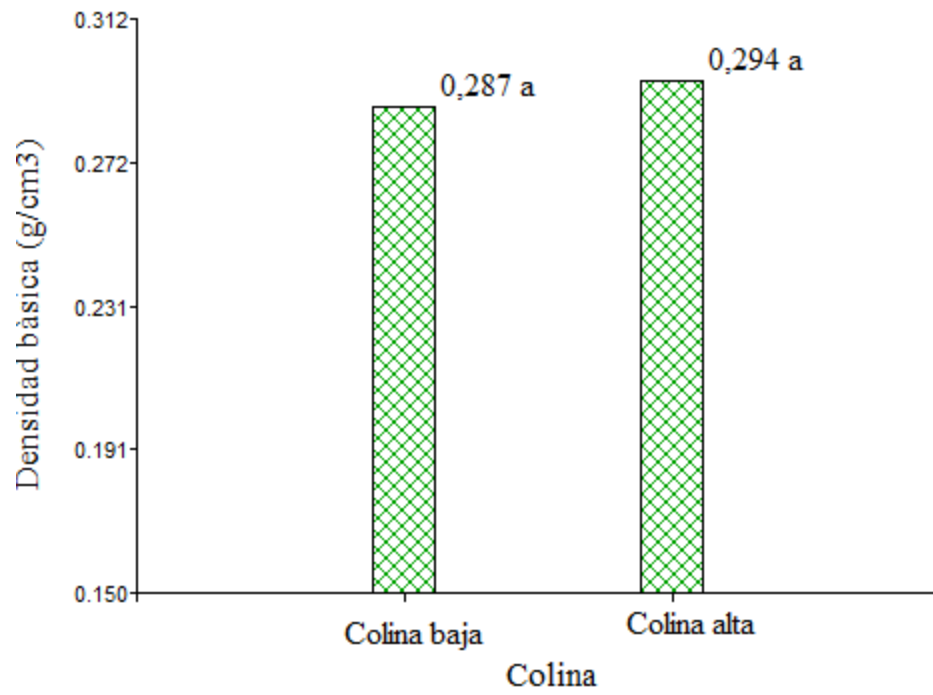


Figura 11. Comparación de medias de la densidad básica de *P. panurensis* en colina baja y alta.

V. CONCLUSIONES

1. Se encontró siete individuos de *P. panurensis* en colina baja y ocho en colina alta, obteniéndose un promedio de $6,89 \pm 0,99$ árboles por hectárea en colina baja y $7,02 \pm 1,77$ árboles por hectárea en colina alta.
2. La altura máxima es mayor con 75 % en el estrato arbóreo medio en colinas altas, pero en colinas bajas es mayor con 42,86% en el estrato arbóreo superior. El DAP en colina baja es superior en 10-20 cm y 30-40 cm con el 42,85 % y 28,57 % respectivamente, mientras que en colina alta es superior en 20-30 cm y 40-50 cm con 25% para ambos. La altura de copa es superior en colina baja (9,57 m) y menor en colina alta (6,50 m). En colina baja el porcentaje de copa fue 44,31 %, el grado de cobertura de copa es 0,44, el índice de copa es 3,36, la forma de copa es 0,35, el índice de espacio vital es 11,32, el manto de copa es 0,14 y la esbeltez es 81,83, mientras que en colina alta los valores fueron 32,2 %, 0,32, 1,29, 1,34, 18,37, 0,36 y 56,65 respectivamente. Superiores valores estadístico del índice de copa, forma de copa y esbeltez se observó en colina baja, mientras que solamente el manto de copa fue superior en los individuos de colina alta.
3. Los rasgos funcionales foliares de *P. panurensis* en colina baja fueron: tamaño foliar 61 cm, área foliar 775,41 cm², área foliar específica 256,38 cm²/g; tipo de hoja tri compuesta alterna y paripinnada, materia seca 34,714 %; materia orgánica 29,53 %; P=0,477 % y N=2,632 %. Y en colina alta fueron: tamaño foliar 60 cm, área foliar 775,39 cm², área foliar específica 258,47 cm²/g; tipo de hoja tri compuesta alterna y paripinnada, la materia seca fue 35,286 %; la materia orgánica fue 30,11 %; el fósforo fue 0,519 % y el nitrógeno fue del 2,632 %.
4. La densidad básica de *P. panurensis* en colina baja fue de 0,287 g/cm³ y en colina alta 0,294 g/cm³, clasificándose como una especie de muy baja densidad en ambas unidades fisiográficas.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Conforme a los resultados encontrados se recomienda incluir otras variables que complemente esta investigación, como otros lugares donde se encuentre *P. panurensis* y relacionarlos con los análisis de suelo para entender el comportamiento de los rasgos funcionales de esta especie.
2. En estudios posteriores considerar las categorías de la regeneración natural de *P. panurensis* con la finalidad de realizar comparaciones de sus rasgos funcionales ya que los comportamientos son diferentes en plántulas, brinzales, latizales bajos, latizales altos, fustales y árboles maduros.
3. Ampliar los estudios a otras especies forestales que se encuentren en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva con fines de tener información más específica y optar por asignarle usos como en el repoblamiento mediante actividades de restauración.

VII. REFERENCIAS

- Aguirre, C., Santillán, E., y Díaz, E. (2019). Rasgos funcionales de los árboles de bosque de montaña favorecen la estrategia de conservación de las especies a los riesgos ambientales, Tingo María-Perú. *Revista Boletín Redipe. bol.redipe.*, 8(7), 99-112.
- Alcázar, C., y Ramírez, W. (2011). El uso de rasgos funcionales en flora como herramienta para establecer prioridades de conservación. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/265684728_El_uso_de_rasgos_funcionales_en_flora_como_herramienta_para_establecer_prioridades_de_conservacion
- Álvarez, E., Benítez, D., Velásquez, C., y Cogollo, A. (2013). Densidad básica del fuste de árboles del bosque seco en la costa Caribe de Colombia. *Revista Intrópica*, 8, 17-28.
- Andrade, H., y Cerda, R. (2022, Febrero). *Dasimetría y medición de sombra*. CATIE. <https://www.slideserve.com/elisa/dasometr-a-y-medici-n-de-sombra>
- Andrade, J. (2005). Fisiología Ecológica de Árboles Tropicales: Avances y Perspectivas. *Revista Chapingo*. 11(2), 83-91.
- Arias, D. (2005). Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. *Revista forestal Kurú*, 2(5), 1-13. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/543>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* (7ª ed.). Episteme, C.A.
- Arias, J., y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL.
- Baraloto, C., Paine, T., Poorter, L., Beauchene, J., Bonal, D., Domenach, Am., Hérault, B., Patiño, S., Roggy, Jc., & Chave, J. (2010). Decoupled leaf and stem economics in rain forest trees. *Ecology Letters*, 13, 1338–1347. doi:10.1111/j.1461-0248.2010.01517.
- Bello, F., Lavorel, S., Diaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J., Bardgett, R., Berg, M., Cipriotti, P., Feld, C., Hering, D., Silva, P., Potts, S., Sandin, L., Sousa, J., & Storkey, J., Wardle, D., y Harrison, P. (2010). Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity and Conservation*, 19, 2873-2893. 10.1007/s10531-010-9850-9.
- Bellwood, D. R., Wainwright, P. C., Fulton, C. J., & Hoey, A. S. (2006). Functional versatility supports coral reef biodiversity. *Proceedings of the Royal Society*, 273, 101-107.
- Bermeo, D. (2010). *Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas* [Tesis de posgrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y

- Enseñanza]. Repositorio institucional CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4766>
- Bocanegra, A. G. (2021). *Composición florística y estructura horizontal de la regeneración natural en parcela permanente de medición del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2145>
- Broadhead, J. S., Muxworthy, A. R., Ong, C. K., & Black, C. R. (2003). Comparison of methods for determining leaf area in tree rows. *Agric. Forest. Meteorol.*, 115, 151-161.
- Bultynck, L., Fiorani, F., & Lambers, H. (1999). Control of leaf growth and its role in determining variation in plant growth rate from an ecological perspective. *Plant Biol.*, 1(1), 13-18.
- Burger, H. (1939). Baumkrone und zuwachs in zwei hiebsreifen fichtenbeständen. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchenwesen*, 21, 147-176.
- Cardoza, F. (2011). *Diversidad y Composición Florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Monte Cristo, El Salvador* [Tesis de posgrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio institucional CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4815>
- Celentano, D., Zahawi, R., Finegan, B., Casanoves, F., Ostertag, R., Cole, R., & Holl, K. (2011). Restauración Ecológica de Bosques Tropicales en Costa Rica: efecto de varios modelos en la producción, acumulación y descomposición de la hojarasca. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1323-1336.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Folter, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B. W., Ogawa, H., PUIG, H., Riera, B., & Yamakuua, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecología*, 145(1), 87-99.
- Collantes, A., Castellanos, J., León, J. D., & Tamaris, C. (2014). Caracterización de materia orgánica aportada por hojarasca fina en los bosques de ribera del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta-Colombia). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(1), 171-184. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5344959>
- Contreras, E., Almaguer, G., Espinoza, J., Maldonado, R., y Álvarez, E. (2007). Distribución de materia seca y nutrientes en árboles de limón 'persa' (*Citrus latifolia* Tan.) en

- Veracruz, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 13(1), 77-85.
<https://www.redalyc.org/pdf/609/60913111.pdf>
- Cornelissen, Jhc., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, De., *et al.* (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Aust J Bot.*, 51, 335-380.
- Cornwell, W. K., & Ackerly, D. D. (2009). Community assembly and shifts in plant trait distributions across an environmental gradient in coastal California. *Ecol Monogr.*, 79(1), 109-126.
- Dale, V., Joyce, L., McNulty, S., Neilson, R., Ayres, M., Flannigan, M., Hanson, P., Irland, L., Lugo, A., Peterson, C., Simberloff, D., Swanson, R., Stocks, B., & Wotton, B. (2001). Climate change and forest disturbances. *Bioscience*, 51, 723-734.
- Dauber, E. (1995). *Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, BOLFOR.* Santa Cruz, Bolivia.
- Del Valle, J. (2003). Cantidad, calidad y nutrientes reciclados por la hojarasca fina en bosques pantanosos del pacífico sur colombiano. *Interciencia*, 28(8), 443-449.
- Delgado, L. A., Acevedo, M. F., Castellanos, H., Ramírez, H., y Serrano, J. (2005). Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la reserva forestal Imataca, Venezuela. *Interciencia*, 30(5), 275-283.
- Díaz, E. (2018). *Análisis estructural del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva mediante parcelas permanentes de medición* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1359>
- Díaz, S., & Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution*, 16(11), 646-655.
- Díaz, S., Gurvich, D. E., Pérez, N., & Cabido, M. (2002). ¿Quién necesita tipos funcionales de plantas? *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 37, 135-140.
- Duarte, M. (2007). Methods in comparative Functional Ecology. En F. Punganire, & F. Valladares, *Functional Plan Ecology* (Pp. 92-102). Florida: C.R. Press USA.
- Dueñas, M. (2009). *Valorización económica del servicio hídrico en el BRUNAS* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Durlo, M. A. (1996). *Zuwachsuntersuchungen und Einzelbaumwachstumsmodelle für Cabralea glaberrima, Cedrela fissilis und Cordia trichotoma in sekundären Laubmischwäldern Südbrasilens* [Tesis postdoctoral, Univesitat für Bodenkultur].

- Durlo, M. A. (2001). Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. *Ciênc Florest.*, 11(1), 141-9.
- Durlo, M. A. (2001). Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. *Ciência Florestal*, 11(1), 141-149.
- Durlo, M. A., & Denardi, L. (1998). Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. *Ciência florestal*, 8, 55-66.
- Escalante, C. (2014). *Caracterización anatómica de anillos de crecimiento de Huamanzamana Jacaranda copaia (Aublet) D. Don y Huangana Caspi Senefeldera inclinata P. Franco confines dendrocronológicos, Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Etchevers, B. (1987). *Diagnóstico visual*. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados.
- Falster, D. S., & Westoby, M. (2003). Plant height and evolutionary games. *Trends Ecol Evol.*, 18(7), 337-343.
- Field Museum. (2002). *Parkia panurensis Benth. Ex H. C. Hopkins*. Field Museum. <https://plantidtools.fieldmuseum.org/es/rrc/catalogue/394230>
- Flores, Y. (2016). *Clave dendrológica para la identificación de los principales árboles de la Región Ucayali*. Estación Experimental Agraria Pucallpa – INIA.
- Garnier, E. (1992). Growth analysis of congeneric annual and perennial grass species. *J. Ecol.*, 80, 665-675.
- GERC. (4 de abril de 2022). *Medición de diámetros*. Amazonía Forestal. <http://amazoniaforestal.blogspot.com/2011/10/medicion-de-diametros.html>
- Goldammer, J., & Price, C. (2008). *Potential impacts of climate change on fire regimes in the tropics based on MAGICC and a GISS GCM-derived lightning model*.
- Gonçalves, M. G. (2011). *Frutos, sementes e desenvolvimento plantular de três espécies de Parkia R. Br. (Fabaceae-Mimosoideae): uma abordagem morfoanatômica, histoquímica e tecnológica* [Tesis doctoral, Universidade Federal do Amazonas]. Repositorio institucional.
- Gutiérrez, M. C., Peña, F., Duarte, H. W., Colorado, J. F., & Silva, R. L. (2009). Un modelo para la estimación del área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 12(1), 121-130. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/648>
- Hansen, L. J., Biringer, J. L., & Hoffman, J. R. (2003). *Buying time: a user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems*. WWF, Climate Change Program.

- Hernández, J., González, H., Ramírez, R., Cantú, I., Gómez, M., Pando, M., y Estrada, A. (2013). Producción de Hojarasca y Retorno Potencial de Nutrientes en tres sitios del Estado de Nuevo León, México. *Revista Polibotánica*, 35, 41-64.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. (4ª ed.). Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2004). *Metodología de la investigación* (3ª ed.). McGraw-Hill Educación.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Educación.
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (No. 83). Agroamérica.
- Ibarra, W. (1985). *Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar en ocho cultivares de sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench)* [Tesis de pregrado, Universidad Central de Venezuela].
- Jimenez, M. (2014). *Variaciones morfo-anatómicas de seis especies a lo largo de un gradiente altitudinal en el Cerro Tláloc, Estado de México* [Tesis de posgrado, Colegio de Postgraduados].
- Keddy, P. A. (1992). A pragmatic approach to functional ecology. *Ecology*, 6, 621-626.
- Kozłowski, T., Kramer, P., & Pallardy, S. (1991). *The physiological ecology of woody plants*. Academic Press.
- Kucharik, Ch. J., Norman, J. M., & Gower, S. T. (1998). Measurements of branch area and adjusting leaf area index to indirect measurements. *Agric. Forest Meteorol.*, 91(1-2), 69-88.
- Lambers, H., & Poorter, H. (1992). Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. *Adv Ecol Res.*, 23, 187-261.
- Lambers, H., Chapin, I. F. S., Chapin, F. S., & Pons., T. l. (2008). *Plant physiological ecology*. Springer.
- Lavorel, S., & Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Funct Ecol.*, 16, 545-556.
- Lavorel, S., & Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*,

- 16, 545-556. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2435.2002.00664.x>
- Lea-Cox, J., Syvertsen, J., & Graetz, D. (2001). Nitrogen uptake, partitioning, and leaching losses from young bearing Citrus trees of differing nitrogen status. *J. Am. Soc. Hortic.*, *126*, 242-251.
- Lemaire G., Onillon, B., Grosse, G., Chartier, M., & Allirand, J. M. (1991). Nitrogen distribution within a lucerne canopy during regrowth: relation with light distribution. *Ann Bot.*, *1*(68), 483-488.
- Lima, S. O. F., Martins, M. B., Prudente, A. C., Montag, L. F. A., Monnerat, M. C., & Cabral, P. R. (2008). *Biodiversidade na Província Petrolífera de Urucu*. Petrobrás, CEMPS.
- Linares, F. (2018). *Variación de la densidad básica de la madera del fuste en áreas de turberas con suelos ricos y suelos pobres en nutrientes en la Amazonía Baja Peruana* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio institucional UNAP. <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5592>
- López, B. (2015). *Rasgos funcionales y su relación con el funcionamiento de las plantas* [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba].
- Martel, T. Y. (2021). *Composición florística e índice de valor de importancia en la parcela permanente de monitoreo n° 2 Maronilla, en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul, región Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2045>
- Mason, N. W. H., Mouillot, D., Lee, W. G., & Wilson, B. (2005). Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, *111*, 112-118.
- Mc Gill, B. (2006). Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in ecology & evolution*, *21*(4), 178-185.
- Mejía, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ministerio de Agricultura. (2013). *Manual base para la planificación y ejecución de inventarios forestales en bosques de producción permanente*. Grafica Filadelfia EIRL.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2015). *Inventario y evaluación de los bosques de las cuencas de los ríos Itaya, Nanay y Tahuayo en el departamento de Loreto*. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp->

content/uploads/sites/6/2013/10/INVENTARIO-Y-EVALUACION-DE-BOSQUES-DE-CUENCAS-LORETO_bajas.pdf

- Mouchet, M. A., Villéger, S., Mason, N. W. H., & Mouillot, D. (2010). Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology*, 24, 867-876.
- Noss, R. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4, 355-364.
- Núñez, C. E. (2007). Relaciones de conversión entre densidad básica y densidad seca de madera. *Revista Ciencia Tecnología*, 9(9), 44-50.
- Ortiz, I. (2018). *Respuestas funcionales de especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña en ambientes perturbados* [Tesis de posgrado, Universidad Veracruzana]. Repositorio institucional UV. https://www.uv.mx/citro/files/2018/02/Isis_Io_Tesis_Maestria.pdf
- Patiño, S. (2005). *Manual de campo para el estudio de hojas y madera editado para establecer efectos de sequía*. PAN-AMAZONIA Project ene. 2005:1-12.
- Pérez, J. A., García, E., Enriquez, J. F., Quero, A. R., Pérez, J., y Hernández, A. (2004). Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv.). *Tec. Pecu. Méx.*, 42(3), 447-458.
- Pérez, Y., Ríos, C., y Díaz, I. (2019). Relaciones morfométricas en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* Willd en dos regiones de Villa Clara. *Centro Agrícola*, 46(3), 30-38.
- Petchey, O., y Gaston, K. (2002). Extinction and the loss of functional diversity. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B*, 269, 1721-1727.
- Petit, P. (1968). *Algunas características de las hojas de árboles en tres tipos de bosques tropicales de bajura* [Tesis de posgrado, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA]. Repositorio institucional CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/196>
- Pokorny, M. L., Sheley, R. L., Zabinski, C. A., Richard, E., Engel, R. E., Svejcar, T. J., & Borkowski, J. J. (2005). Plant Functional Group Diversity as a Mechanism for Invasion Resistance. *Restoration Ecology*, 13, 448-459.
- Poorter, H., & Remkes, C. (1990). Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate. *Oecologia*, 83, 553-559.
- Puerta, R. (2007). *Modelo digital de elevación del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS.

- Reynel, C., Pennington, T., Pennington, R., Flores, C., y Daza, A. (2003). *Árboles útiles de la amazonía Peruana. Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies*. Tarea Gráfica Educativa.
- Ríos, R. R. (2017). *Metodología para la investigación y redacción*. Servicios Académicos Intercontinentales S.L.
- Rodríguez, R., Valencia, S., Meza, J., Capó, M., y Reynoso, A. (2008). Crecimiento y características de la copa de procedencias de *Pinus gregii* Engelm. en Galeana, Nuevo León. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(1), 19-19.
- Ruiz, J. (2015). *Grupos funcionales de plantas con potencial para la restauración ecológica de manantiales de agua en la microcuenca de la Laguna de Pedro Palo y sus alrededores, Cundinamarca – Colombia* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Colombia].
- Saavedra, L., Alvarado, D., Patricia, H., Martínez, T., Mora, G., & Villa, J. (2016). Condición de copa, indicador de salud en árboles urbanos del Bosque San Juan de Aragón, Ciudad de México. *Madera y bosques*, 22(2), 15-27.
- Salazar, J. (2022). *Composición y estructura del ecosistema boscoso en la parcela permanente de monitoreo en el caserío de Lejía, distrito Shamboyacu, región San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2244>
- Sanoja, M. (1983). *Estimación de área foliar de dos variedades de papa (Solanum tuberosum) en las localidades de Mariara, Estado Carabobo y Tucutunemo, Estado Aragua* [Tesis de pregrado, Universidad Central de Venezuela]. Repositorio institucional UCV.
- Sarmiento, C., Patiño, S., Paine, C. T., Beauchêne, J., Thibaut, A., & Baraloto, C. (2011). Within-individual variation of trunk and branch xylem density in tropical trees. *American journal of botany*, 98(1), 140-149.
- Schomaker, M., Zanoeh, S., & Stolte, K. (1999). *Tree crown condition indicator*. USDA. Forest Service. Forest Health Monitoring Fact Sheet.
- Serrada, R. (2008). *Silvicultura de bosques*. Servicio de Publicaciones Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2022). *Boletín hidroclimático regional dirección zonal 10, Huánuco*. SENAMHI. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/1821>

- Sistema Global de Información sobre Biodiversidad [GBIF]. (2023). *Parkia panurensis* Benth. ex H.C.Hopkins in GBIF Secretariat. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/es/species/5348877>
- Somnentag, O., Talbot, J., Chen, J. M., & Roulet, N. T. (2008). Using direct and indirect measurements of leaf area index to characterize the shrub canopy in an ombrotrophic peatland. *Agric. Forest. Meteorol.*, *144*, 200-212.
- Sousa, B., Umáro, A., Pinto-Junior, V. R., Figueiredo, C., Lima, M. T., Gomes, L. A., Vital, M., Dahne, C. H., Gomes, S. E., Moreira, A. P., Vital, S., Dias, L., Silva, V. J., & Santiago, K. (2020). Purification and partial characterization of a new lectin from *Parkia panurensis* Benth. ex H.C. Hopkins seeds (Leguminosae family; Mimosoideae subfamily) and evaluation of its biological effects. *International Journal of Biological Macromolecules*, *145*, 845-855. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.102>.
- Stampfer, E. (1995). *Solitärdimensionen österreichischer Baumarten. Diplomarbeit.* Universität für Bodenkultur.
- Szucs, H. (1997). Possibilities to meet nutritional requirements of fruit trees and environmental protection. *Acta Horticulture*, *448*, 433-436.
- Ter Steege, H., Pitman, N., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R. P., Guevara, J. E., Phillips, O. L., Castilho, C. V., Magnusson, W. E., Molino, J. F., *et al.* (2013). Hiperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science*, *342*, 1243092. DOI: 10.1126/science.1243092.
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.* (2ª ed.). San Marcos.
- Valenzuela, G., Vásquez, R., Rojas, G., Villalba, V., Phillips, O., López, G., Chama, M., Monteagudo, M., Bellota, T., Huilca, A., y Pallqui, C. (2015). Línea base para el monitoreo de la vegetación en la Reserva Comunal El Sira (RCS). *Arnaldoa*, *22*(1), 243-268.
- Vásquez, R. (1997). *Flórula de las reservas biológicas de Iquitos, Perú.* Missouri Botanical Garden.
- Vela, A. (2019). *Rasgos funcionales asociados al servicio ecosistémico de mitigación del cambio climático en árboles de colinas altas del bosque reservado de la UNAS – Tingo María* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Vera, M., Cavelier, J., y Santamaría, J. (1999). Reabsorción de nitrógeno y fósforo foliar en árboles de bosques montanos en los Andes centrales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, *47*(1-2), 33-43.

- Villéger, S., Mason, N. W. H., & Mouillot, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology*, 89, 2290-2301.
- Villéger, S., Miranda, J. R., Hernández, D. F., & Mouillot, D. (2010). Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities. after habitat degradation. *Ecological Applications*, 20, 1512-1522.
- Violle, C., Navas, M. L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunell, C., Hummel, I., & Garner, E. (2007). Let the concept of trait be functional. *Oikos*, 116, 882-892.
- Zelada, H., y Reynel, C. (2019). Estimación de rasgos funcionales en dos especies arbóreas de una gradiente altitudinal tropical en el centro del Perú. *Revista Forestal del Perú*, 34(2), 132-143.

ANEXOS

ANEXO A: Panel fotográfico.

Figura 12. Ubicación del área de investigación.



Figura 13. Medición de diámetro de fuste y altura total de árboles de *P. panurensis*.



Figura 14. Colecta y medición del área foliar de *P. panurensis*.



Figura 15. Peso fresco o húmedo de la muestra para el cálculo de densidad básica.



Figura 16. Peso y calculo por desplazamiento del volumen verde para la densidad básica.



Figura 13. Colecta de hojas para el análisis de N y P de *P. panurensis*.



Figura 18. Obtención de la muestra correspondiente a un kg/árbol de hojas de *P. panurensis*.

ANEXO B: Análisis especial de laboratorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531
 analisisdesuelosumas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: DOMINGUEZ LEON DHARA KATHERIN

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
Código	Referencia	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%) P (%)
E0045	M1 HOJA	65.29	34.714	29.53	5.18	2.632 0.477
E0046	M2 HOJA	64.71	35.286	30.11	5.17	2.632 0.519

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO N° 23007731
 Tingo María 28 de marzo del 2023

Fecha de Análisis: 18/03/2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María



Ing. CELMER MILTON NEBRA TORRIJILLO
 Profesor del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María



Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Figura 14. Análisis especial de N y P en las hojas de *P. panurensis*.

Tabla 10. Variables dasométricas y morfométricas de *P. panurensis* en colina alta.

Nº	DAP (cm)	HT	DC	HC	HC	% Copa	GCC	IC	FC	IEV	MC	E
1	13,5	11	6,60	8,00	3,00	27,27	0,27	0,45	2,20	48,89	0,60	81,48
2	44,1	14	11,67	10,00	4,00	28,57	0,29	0,34	2,92	26,46	0,83	31,75
3	24,3	18	2,28	12,00	6,00	33,33	0,33	2,64	0,38	9,36	0,13	74,07
4	37,3	19	5,01	17,00	2,00	10,53	0,11	0,40	2,50	13,42	0,26	50,94
5	64,5	21	4,80	10,00	11,00	52,38	0,52	2,29	0,44	7,44	0,23	32,56
6	28,7	24	3,48	17,00	7,00	29,17	0,29	2,01	0,50	12,11	0,14	83,62
7	43	25	6,00	18,00	7,00	28,00	0,28	1,17	0,86	13,95	0,24	58,14
8	76,5	25	11,75	13,00	12,00	48,00	0,48	1,02	0,98	15,36	0,47	32,68

HT: altura total; HC: altura comercial; DC: Diámetro de copa; HCO: altura de copa; GCC: grado de cobertura de copa; IC: índice de copa; FC: forma de copa; IEV: índice de espacio vital; MC: manto de copa; E: esbeltez.

Tabla 11. Variables dasométricas y morfométricas de *P. panurensis* en colina baja.

Nº	DAP (cm)	HT	DC	HC	HCO	% Copa	GCC	IC	FC	IEV	MC	E
1	10,8	13	1,18	7	6	46,15	0,46	5,07	0,2	10,95	0,09	120,37
2	35,2	28	2,25	16	12	42,86	0,43	5,33	0,19	6,39	0,08	79,55
3	18,5	17	3,84	7	10	58,82	0,59	2,60	0,38	20,76	0,23	91,89
4	22,1	20	2,00	16	4	20,00	0,20	2,00	0,50	9,04	0,10	90,50
5	59,6	30	4,95	10	20	66,67	0,67	4,04	0,25	8,31	0,17	50,34
6	37,5	28	4,28	17	11	39,29	0,39	2,57	0,39	11,41	0,15	74,67
7	16,8	11	2,08	7	4	36,36	0,36	1,92	0,52	12,38	0,19	65,48

HT: altura total; HC: altura comercial; DC: Diámetro de copa; HCO: altura de copa; GCC: grado de cobertura de copa; IC: índice de copa; FC: forma de copa; IEV: índice de espacio vital; MC: manto de copa; E: esbeltez.

Tabla 12. Densidad básica (g/cm^3) de árboles de *P. panurensis* en colina baja y alta.

Colina baja	Colina alta
0,235	0,218
0,336	0,333
0,245	0,253
0,261	0,313
0,351	0,351
0,339	0,254
0,244	0,282
	0,351
	0,294
0,287	0,294